

Carlos Westrup Pires da Silva

**PROPOSTA DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA TRATAR DOS
PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS A MINERAÇÃO DE
CARVÃO NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA**

Florianópolis

2018



Carlos Westrup Pires da Silva

**PROPOSTA DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
QUÍMICA SOB A TEMÁTICA DA MINERAÇÃO DE CARVÃO NA
REGIÃO CARBONÍFERA SUL CATARINENSE**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Química - Licenciatura do Centro de Ciências
Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito para a obtenção do
Título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Santiago Francisco Yunes

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra

Pires da Silva, Carlos Westrup

Proposta de um material didático para tratar dos problemas ambientais relacionados a mineração de carvão na região Sul de Santa Catarina / Carlos Westrup Pires da Silva ; orientador, Santiago Francisco Yunes , 2018.
52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Química, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Química. 2. Material didático. 3. Ensino Médio. 4. Educação Ambiental. I. , Santiago Francisco Yunes. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Química. III. Título.

Carlos Westrup Pires da Silva

**PROPOSTA DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA TRATAR DOS
PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS A MINERAÇÃO DE
CARVÃO NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Licenciado em Química e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

Florianópolis, 04 de dezembro de 2018.

Profa. Dra. Iolanda da Cruz Vieira
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Santiago Francisco Yunes
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. José Carlos Gesser
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Me. Renato da Silva Custódio
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de curso e aos meus queridos pais.

RESUMO

O presente trabalho busca abordar uma problemática regional do Sul do Estado de Santa Catarina - as poluições ambientais geradas pelas atividades mineradoras da região - que afetam o solo, os recursos hídricos, o ar e a vida presente nesse ambiente. Foi proposto um material que auxilie professores na execução de aulas voltada ao tema e com o auxílio do material permitir que estudantes de ensino médio visualizem melhor os fenômenos químicos envolvido nos processos de mineração, proporcionando um aprendizado mais crítico dessa atividade econômica característica da região e seus efeitos sócio-ambientais. O material foi avaliado por oito professores de química da região carbonífera que atuam no Ensino Médio e a avaliação foi registrada através de formulário online. A pesquisa realizada indica um caráter conteudista na abordagem metodológica no discurso dos profissionais e apontam para uma deficiência na formação inicial e continuada comprometendo a efetiva aplicação do material proposto.

Palavras-chave: Região Carbonífera; Educação Ambiental; Ensino Médio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapas de uso e cobertura do solo da bacia carbonífera.....	17
Figura 2: Competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	A IMPORTÂNCIA DOS RIOS PARA A INSTALAÇÃO DA POPULAÇÃO	10
1.2	O CRESCIMENTO HUMANO E O EFEITO SOBRE OS RIOS.....	11
1.3	DADOS SOBRE A QUESTÃO DAS ÁGUAS NO MUNDO	13
1.4	A BACIA CARBONÍFERA E O MEIO AMBIENTE	15
1.5	EDUCAÇÃO E OS ASPECTOS AMBIENTAIS.....	18
2	JUSTIFICATIVA	22
3	OBJETIVOS	25
3.1	OBJETIVO GERAL.....	25
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4	METODOLOGIA	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1	PERFIL DOS PROFESSORES	28
5.2	A UTILIZAÇÃO DA TEMÁTICA REGIONAL NAS AULAS DE QUÍMICA	29
5.3	O QUE PENSAM OS PROFESSORES SOBRE O MATERIAL	33
6	CONCLUSÃO	39
	APÊNDICE A – Questionário.....	44
	APÊNDICE B – Ficha de Identificação	46
	APÊNDICE C - Riqueza Mineral? As controvérsias da atividade mineradora nas regiões carboníferas.....	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 A IMPORTÂNCIA DOS RIOS PARA A INSTALAÇÃO DA POPULAÇÃO

A água é, para o homem e para a maioria de seres vivos, fundamental para a manutenção da vida. Os homens, organizados em tribos nômades no princípio da formação das primeiras civilizações, encontraram na margem de rios, a água, assim como terra fértil para o plantio, fazendo nestas suas moradas. Ao estabelecer seu povo em áreas promissoras para o desenvolvimento da agricultura, nossos ancestrais garantiram um passo gigantesco no desenvolvimento da espécie.

Os primeiros registros de civilizações organizadas, que se beneficiaram dos rios através do desenvolvimento da agricultura, originam-se a partir do quarto milênio a.C., com a característica de se desenvolverem em torno de rios importantes. Podemos citar os Sumérios, uma civilização que se desenvolveu na região da Mesopotâmia (do grego, entre rios) onde se encontram os rios Tigre e o Eufrates. Esta localização também serviu de habitação para outros povos como os Acádios, Babilônios, Assírios e Caldeus. (PENN, 2001)

Para os Egípcios o Rio Nilo era tido como um Deus que tornava férteis a terra. A grande civilização adquiriu grandes habilidades no controle das águas e na irrigação de plantios, o que lhes garantia mais fartura na produção ao longo do vale do rio. O legado dessa civilização ainda é forte e impressionante, caracterizado pela riqueza histórica das grandes pirâmides, seus templos e túmulos onde eram enterrados seus faraós. Além dos ensinamentos sobre construção civil e cultural ainda nos forneceu diversos conhecimentos na área da escrita, matemática, medicina, arquitetura, calendário entre muitos outros. (SITCHIN; ESTEVES, 2008)

O povo do vale do Indo, localizado onde hoje é a Índia e o Paquistão, não é muito conhecido e só foi descoberto em 1924, porém historiadores discutem a probabilidade de ser uma das civilizações mais antigas juntamente com as civilizações da Mesopotâmia. Especula-se que por volta de 4.000 a.C. já existia alguma povoação que praticava agricultura e criavam animais. Sua civilização é conhecida como Harappeana, devido à cidade de Harappa, sua cultura e seu povo constituem um mistério dos capítulos da História, porém o que não falha é o perfil de um povo ligado ao rio. (ALBINIA, 2010)

No continente oriental, nos braços do rio Huang He ou rio Amarelo, desenvolveu-se uma civilização que por volta de 3.000 a.C. já conheciam a roda, a seda, os fundamentos observados em outras civilizações da mesma época, a agricultura e a criação de animais. Os

traços da antiga civilização chinesa ainda são nítidos na atual China e estão em constante evolução. Suas marcas são lembradas na religião, cultura e filosofia pelos conhecimentos que remetem às tradições desta antiga civilização. (PENN, 2001)

Através do passeio histórico pelas antigas civilizações é possível perceber a forte relação do homem com os rios e ao avaliar cidades que foram formadas a partir daquela idade, até as dos tempos modernos, a maioria, principalmente as mais antigas, terão um rio como protagonista do início de seu estabelecimento e fonte dos principais suprimentos. A empregabilidade de um rio está relacionado ao consumo humano, irrigação, criação animal, aproveitamento industrial, pesca, turismo, recreação, geração de energia, lazer e transporte.

Os rios Tigres e Eufrates para as civilizações da Mesopotâmia. O rio Nilo para o Egito. O rio Indo para a Índia. O rio Amarelo para a China, todos de suma importância para a instalação e crescimento das civilizações que se aproveitaram das riquezas que um rio possui para dar início do domínio humano pelo mundo. Do rio vem a água que abastece, que irriga, que fornece alimentos e nutre a terra para o plantio. Por este motivo, as civilizações antigas e posteriormente todo processo de colonização humana, tem um rio intimamente ligado a sua história.

1.2 O CRESCIMENTO HUMANO E O EFEITO SOBRE OS RIOS

O artigo da autor Leonor Assad tem um título interessante para dar início a uma discussão “*Cidades nascem abraçadas a seus rios, mas lhes viram as costas no crescimento*”(ASSAD, 2013), artigo publicado na revista Notícias do Brasil no caderno Urbanismo. A frase que dá início à problemática reflete o desequilíbrio entre o crescimento humano e a conservação do meio ambiente, em especial nos rios que forneceram os subsídios para o estabelecimento dos povos.

a) **Poluição:**

Após a ascensão das cidades e o crescimento populacional, os rios começaram a receber impactos hidrológicos e ambientais ocasionado pela alteração dos entornos provocados pelo ser humano:

Ecossistema é um conjunto de condições físicas e químicas de um determinado lugar, reunido a um conjunto de seres vivos que habitam esse lugar. Assim, um ecossistema dispõe de duas componentes, o ambiente povoado pelos seres que povoam esse ambiente. As alterações introduzidas pelo ser humano no ecossistema causam desequilíbrios, ou melhor, levam a novos equilíbrios, diferentes dos anteriores. Costuma-se chamar essas alterações de poluição, e são denominados poluentes os agentes causadores de

tais alterações. A definição ou a conceituação de poluição pode variar de um autor para outro. Entende-se por poluição tudo que causa desequilíbrios ecológicos, ou seja, perturbações nos ecossistemas. (ROCHA et al., 2009)

b) Efluentes domésticos

As primeiras consequências mais graves relacionadas à poluição causada pelo homem advém da introdução de sistemas de efluentes domésticos nas cidades, destacando-se o Império Romano, desde o século VI a.C.. Medidas de higiene eram tomadas e permitiam um padrão mínimo de higiene naquela época. Porém, com a queda do Império Romano do Ocidente inicia-se o período da Idade Média (400 a 1.400 d.C.), considerado por alguns historiadores como Era das Trevas, esse período é conhecido por um momento de estagnação e até mesmo retrocesso, cultural, científico e sanitário.

Naquela época, diminuiu-se muito a importância que era atribuída aos resíduos gerados pela população e o resultado disso foi a proliferação de animais transmissores de doenças, como os ratos, e consequentemente o aumento das taxas de doenças ocasionadas pela falta de higiene. Um exemplo trágico desta problemática foi a epidemia da **Peste Bubônica** que levou 25 milhões de indivíduos à morte, apenas na Europa.

c) Efluentes industriais

Com a ascensão da era industrial aumentou ainda mais a geração de poluentes. O ser humano se utiliza do ambiente para obter benefícios e conforto, de uma maneira nunca vista antes, trazendo ainda mais desequilíbrio e poluição, principalmente para os mananciais que acabam por servir de receptores de todos resíduos gerados. Como bem diz Rocha e colaboradores:

O início da era industrial tornou indispensável a adoção de medidas visando o afastamento de resíduos. Dessa forma, surgiram novamente sistemas de efluentes sanitários e também industriais, cujo destino final era os rios, que passaram a sofrer, rapidamente, os efeitos da poluição, caracterizado pela morte de peixes e também pela transmissão de doenças como a cólera.” (ROCHA et al., 2009)

Com as riquezas econômicas geradas pelo pioneirismo industrial veio também a preocupação com os problemas gerados pela poluição dos rios. Na Inglaterra surgem as primeiras preocupações em medir e caracterizar a poluição, onde foram desenvolvidas as primeiras regulamentações para cursos d'água e processos de tratamento de águas residuais, empregadas posteriormente em outros países da Europa.

A princípio os esforços para descontaminação da água se concentravam em torno dos esgotos domésticos, os causadores dos piores problemas para a população da época. O rápido desenvolvimento da microbiologia aliado a técnicas de tratamento, como a filtração, na segunda metade do século XIX, permitiram um maior controle das doenças causadas por micro-organismos, principalmente vírus e bactérias. O uso de cloro para desinfecção de águas destinadas ao abastecimento público começou a partir de 1902 e esse método ainda hoje é utilizado em países como Estados Unidos e Brasil (ROCHA et. al, 2009).

Os adventos tecnológicos, desenvolvido para o maior conforto e beneficiamento da população, permitiram à sociedade uma vida com maior disponibilidade de produtos químicos que são empregados das mais diversas formas. O problema é que esse conforto tem um custo muito alto. São estimados que cerca de 90 a 100 mil compostos químicos estão em uso diário em setores como agricultura, indústria, uso doméstico, transporte e saúde. Atribui-se a esses compostos o grande aumento no padrão de vida populacional, porém o uso desenfreado e abusivo destes compostos acabam sempre afetando o meio ambiente despejando no ar, água e solo, produtos manufaturados como gases, metais potencialmente tóxicos, compostos orgânicos voláteis e solúveis, sólidos suspensos, corantes, compostos nitrogenados e fosforados. (ROCHA et. al, 2009).

1.3 DADOS SOBRE A QUESTÃO DAS ÁGUAS NO MUNDO

A água é essencial para a manutenção da vida. Seres humanos necessitam em média de dois litros de água por dia, porém é gasto muito além deste valor e para agravar a situação a água do planeta destinada a fins de consumo são escassas. A superfície do planeta é coberta por 70% de água, desta 97% apresentam-se de forma salgada em oceanos e mares. Os 3% restante encontram-se na forma de água doce e distribuem-se em 67% em forma sólida nos círculos polares, 32% encontram-se de forma subterrânea, restando somente cerca de 1% de água doce disponível para o consumo humano na superfície em rios e lagos.

Em termos globais, o Brasil apresenta grandes quantidades de água, estima-se que cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta estão contidas no território nacional. Porém a distribuição desta água ao longo do territorial nacional é irregular, aproximadamente 80% deste recurso está concentrado na região Norte, onde apenas 5% da população habita. Já na zona litorânea, que possui mais de 45% da população, a disponibilidade desse recurso é menor que 3%. (AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2018)

A preocupação com esse recurso finito e essencial para a vida é discutida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em encontros com representantes dos países, como por exemplo, a Conferência das Nações Unidas para a Água (1977), a Década Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento (1981-1990), a Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente (1992) e a Cúpula da Terra (1992). Em 1992, a Assembleia Geral da ONU declarou o dia 22 de março como sendo o Dia Mundial da Água por meio da resolução 47/193.

Em 2003, o Conselho Diretor Executivo (CEB), órgão de coordenação do sistema inteiro das Nações Unidas, criou a “*ONU Água*” – um mecanismo interagências para coordenar as ações do Sistema das Nações Unidas para alcançar metas relacionadas à água. Em uma declaração para o Dia Mundial da Água em 2010 foi destacado os problemas atuais que precisam ser enfrentados em caráter imediato:

A água potável limpa, segura e adequada é vital para a sobrevivência de todos os organismos vivos e para o funcionamento dos ecossistemas, comunidades e economias. Mas a qualidade da água em todo o mundo é cada vez mais ameaçada à medida que as populações humanas crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam alterar o ciclo hidrológico global. (...) A cada dia, milhões de toneladas de esgoto tratado inadequadamente e resíduos agrícolas e industriais são despejados nas águas de todo o mundo. (...) Todos os anos, morrem mais pessoas das consequências de água contaminada do que de todas as formas de violência, incluindo a guerra. (...) A contaminação da água enfraquece ou destrói os ecossistemas naturais que sustentam a saúde humana, a produção alimentar e a biodiversidade. (...) A maioria da água doce poluída acaba nos oceanos, prejudicando áreas costeiras e a pesca. (...) Há uma necessidade urgente para a comunidade global – setores público e privado – de unir-se para assumir o desafio de proteger e melhorar a qualidade da água nos nossos rios, lagos, aquíferos e torneiras. (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018)

No Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos em 2017 são feitas previsões sobre o cenário hídrico para os próximos anos. Caso providências efetivas que visem um desenvolvimento equilibrado com a natureza não forem aplicadas, é previsto um cenário de crise por abastecimento de água potável:

Globalmente, a demanda de água deverá aumentar significativamente nas próximas décadas. Além do setor agrícola, que é responsável por 70% das captações de água em todo o mundo, grandes aumentos da demanda de água são previstos para a indústria e produção de energia. A urbanização acelerada e a expansão dos sistemas municipais de abastecimento de água e saneamento também contribuem para a crescente demanda. (...) Dois terços da população mundial atualmente vivem em áreas que passam pela escassez de água por,

pelo menos, um mês ao ano. Cerca de 500 milhões de pessoas vivem em áreas onde o consumo de água excede os recursos hídricos localmente renováveis em dois fatores. Áreas altamente vulneráveis, onde os recursos não renováveis (ou seja, as águas subterrâneas fósseis) continuam a diminuir, tornaram-se altamente dependentes das transferências de áreas com água abundante e estão buscando ativamente fontes alternativas acessíveis.

A disponibilidade de recursos hídricos também está intrinsecamente ligada à qualidade da água, já que a poluição das fontes de água pode coibir diferentes tipos de usos. O aumento do despejo de esgoto não tratado, combinado ao escoamento agrícola e as águas residuais inadequadamente tratadas da indústria, resultaram na degradação da qualidade da água em todo o mundo.

Se as tendências atuais persistirem, a qualidade da água continuará a se degradar nas próximas décadas, em particular, nos países pobres em recursos em áreas secas, ameaçando ainda mais a saúde humana e os ecossistemas, contribuindo para a escassez de água e restringindo o desenvolvimento econômico sustentável. (...) A conscientização e a educação são as principais ferramentas para superar barreiras sociais, culturais e de consumidores. (...)

Em um mundo onde as demandas de água doce estão crescendo continuamente e onde os recursos hídricos limitados são cada vez mais desgastados por excesso de captação, poluição e mudanças climáticas, negligenciar as oportunidades decorrentes da gestão melhorada de águas residuais é nada menos que impensável. (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2018).

1.4 A BACIA CARBONÍFERA E O MEIO AMBIENTE

A bacia carbonífera do sul de Santa Catarina é a região que se estende de Lauro Muller a Araranguá e que possui afloramentos de carvão, não sendo limitada por um espaço específico. A área de abrangência contempla as bacias hidrográficas do rio Tubarão, rio Urussanga e rio Araranguá. A lista conta com dezessete (17) municípios drenados por essas bacias hidrográficas: Orleans, Lauro Müller, Treviso, Urussanga, Pedras Grandes, Siderópolis, Cocal do Sul, Morro da Fumaça, Nova Veneza, Criciúma, Içara, Balneário Rincão, Balneário Arroio do Silva, Forquilha, Meleiro, Maracajá e Araranguá. (LADWIG; DAGOSTIM; BACK, 2018)

A exploração de carvão mineral no século passado foi o principal fator responsável pelo desenvolvimento econômico da região. Os marcos daquela época ainda podem ser facilmente visualizados nas estradas de ferro construídas para o transporte do minério aos portos marítimos de Laguna e Imbituba. Porém, o preço do desenvolvimento econômico decorrente da exploração mineral, sem consciência ambiental, ainda deixa rastros do poder destruidor dessa atividade. As consequências na natureza ocasionadas pela intensa atividade mineradora

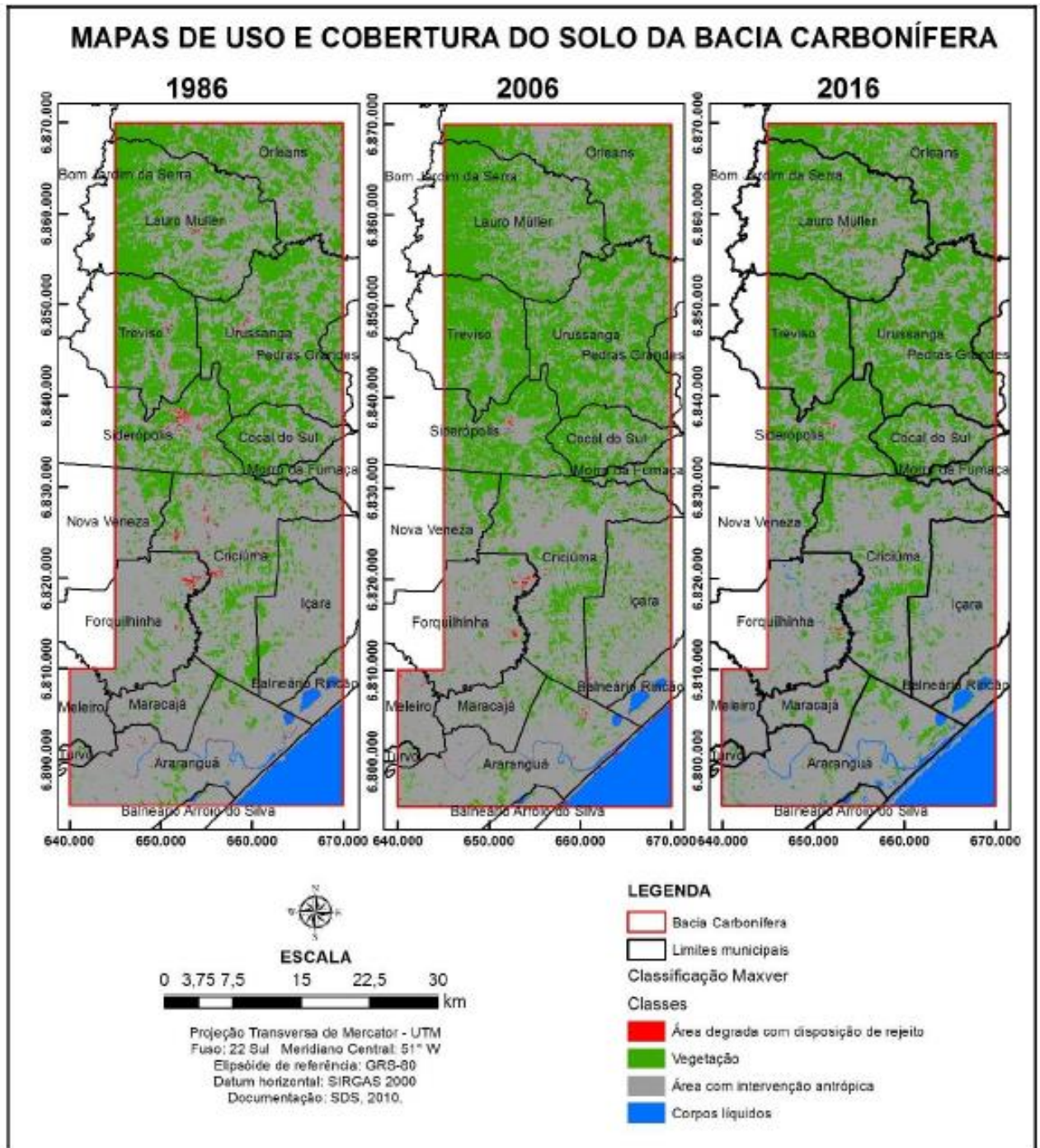
do período são rios e solo contaminados, e o desafio da recuperação ambiental das áreas degradadas, aliada a uma exploração consciente dos recursos.

A média de aproveitamento do carvão da região é da ordem de 35%, sendo o restante rejeitos. Fatores como o baixo aproveitamento, legislação vigente vaga e fraca aplicação até o início dos anos 80, contribuíram para transformar esta atividade econômica em um desastre ambiental. (SANTA CATARINA et al., 1998)

Ao contrário de outras atividades poluidoras em que ao fechar o estabelecimento a poluição é interrompida, na mineração, mesmo após o fechamento dos estabelecimentos a poluição não cessa. O solo de minerações a céu aberto é caracterizado pela “inversão”; camadas mais profundas (arenitos, siltitos, folhelhos carbonosos e piritosos) ficam no topo das pilhas, enquanto o solo fértil está por baixo de todo o rejeito. A drenagem ácida de mina (DAM) continua a ocorrer, derivada da oxidação da pirita exposta em pilhas de rejeito, contaminando os leitos de mananciais próximos. Essas mesmas pilhas e atividades das coquearias e termoelétricas são responsáveis pela emissão de gases tóxicos e de material particulado que causam danos à saúde humana. Essas são algumas das dificuldades enfrentadas para que as áreas degradadas sejam reabilitadas aos padrões de qualidade ambiental adequado. (MILIOLI et al., 2004)

Discute-se a seguir um estudo feito sobre a análise da paisagem carbonífera do estado de SC que levou em consideração três momentos para o levantamento de dados da pesquisa e contou com imagens de satélites. O ano de 1986 (primeiro momento), representa o “boom” da atividade na região, foi o ano que comportou uma das maiores produções de carvão. Em 1993, foi proposta uma ação civil pública pelo Ministério Público Federal em desfavor de empresas carboníferas, objetivando a apresentação de projetos de recuperação ambiental da bacia carbonífera do sul de Santa Catarina. O segundo momento do estudo retrata a paisagem de 2006, ano em que ocorria a terceira fase da ação civil pública com normas e procedimentos mais organizados. O terceiro momento no ano de 2016 por representar a situação atual. Na imagem é possível verificar a evolução na paisagem e a representativa diminuição da área degradada de rejeitos piritosos a céu aberto. (LADWIG, DAGOSTIM, BACK, 2018).

Figura 1: Mapas de uso e cobertura do solo da bacia carbonífera



Fonte: LADWIG, DAGOSTIM, BACK, 2018

A Ação Civil Pública do Carvão (ACP) mostrou-se funcional em números fazendo com que 1268,99 ha de área de rejeitos em 1986 diminuísse para 780,68 ha em 2006 e 290,94 ha em 2016. Apesar de expressivos os números ainda são inferiores ao estipulado pelo cronograma básico de recuperação das áreas degradadas. (LADWIG, DAGOSTIM, BACK, 2018).

1.5 EDUCAÇÃO E OS ASPECTOS AMBIENTAIS

A melhoria dos aspectos paisagísticos e ambientais da região carbonífera são derivadas de esforços em conjunto das ações do Ministério Público Federal, IBAMA, técnicos ambientais das carboníferas, FATMA, Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIESESC), comitês das Bacias Hidrográficas do Araranguá, Tubarão e Urussanga, entre outros setores que se envolvem para analisar os resultados obtidos dos projetos de preservação ambiental e elaborar ações para que se cumpram as metas estabelecidas para os relatórios de monitoramento. Apesar dos esforços conjuntos das partes envolvidas os relatórios apontam para uma significativa melhora em acompanhamento histórico, porém avaliações recentes de monitoramento apontam para piora dos índices de acidez e pH, com aumento de pontos considerados ruins e diminuição dos trechos considerados intermediários ou bons (GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO, 2018)

O relatório da ONU sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos aponta para um caminho onde a conscientização e a educação, atuam como ferramentas principais para a resolução desta problemática. É necessário despertar nas pessoas a ideia de que a humanidade se encaminha para uma realidade na qual a água será um recurso cada vez mais escasso, caso medidas de preservação e recuperação dos mananciais não sejam implementadas e a população não se conscientize sobre essa causa e sobre o seu papel fiscalizador. O recurso mais básico para a manutenção da vida pode se esgotar e é importante que cada indivíduo atue na busca pela preservação, despoluição e economia deste bem vital que é a água.

Desta forma o presente projeto busca, fundamentado em referências teórico, embasar sua proposta em sintonia com o que é debatido no meio acadêmico e as diretrizes que irão nortear o ensino básico do nosso país. A leitura da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - em foco nas discussões atuais e com sua aplicação prevista para os próximos anos - fornece abertura para a aplicação de projetos que visam um ensino voltado para a realidade dos alunos e dessa forma:

A BNCC propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o **estímulo à sua aplicação na vida real**, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o **protagonismo do estudante** em sua aprendizagem e **na construção de seu projeto de vida**. (Grifo nosso), (BNCC, 2018).

Na BNCC a química se enquadra na área de Ciências da natureza e suas tecnologias e cabe às escolas e professores a atividade de *“incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora”*. Dos temas destacados pela BNCC que devem ser pautas do ensino o projeto visa focar na educação ambiental prevista pela legislação brasileira (Lei nº 9.795/1999, Parecer CNE/CP nº 14/2012 e Resolução CNE/CP nº 2/2012).

Dada a problemática apresentada sobre a região carbonífera sul-catarinense e o contexto social, econômico, político e cultural dos estudantes locais, a elaboração de um material que aborde do ponto de vista químico os problemas principais que ocorrem na região pode contribuir para auxiliar professores e conscientizar estudantes sobre o problema ambiental presente na região. Desta maneira, através do ensino de química pretende-se atingir a proposta realçada para o Ensino Médio na BNCC:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. (Grifo nosso) (BNCC,2017)

No que se refere às competências específicas de Ciências da Natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio a BNCC se baseia em três competências gerais no qual a aplicação deste projeto melhor se enquadra nas competências 1 e 3 apresentadas na figura abaixo.

Figura 2: Competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio



Fonte: BNCC

Nessa perspectiva, o estudante é incentivado a debater sobre a problemática, a avaliar os benefícios e prejuízos acarretados pela exploração do carvão, analisar a questão de forma crítica, assumir responsabilidades junto à comunidade, propor soluções, fiscalizar e difundir o debate na sociedade. Ao propor tais atividades para os estudantes estamos almejando, através de um problema local, contribuir na formação de um cidadão.

“E, nesse sentido, pode-se afirmar que educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio da **garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres**. Isto quer dizer que educar para a cidadania é educar para a democracia” (Grifo nosso) (SCHNETZLER; SANTOS, 1996)

Ao partir para o foco de através de aulas de química auxiliar no processo da formação do cidadão ativo na sociedade, pretende-se que o aluno se sinta incluído em sua comunidade, assim como, participante da resolução de problemas e não mais um indivíduo ausente que não

se importa com os problemas locais e vive na sua individualidade como diz Nilda Teves Ferreira, no seu livro - “*Cidadania: uma questão para a educação*”.

Já que possui o suficiente para não depender de ninguém. Abandona-se a ideia do sujeito moral como parte de um todo social, para se assumir a ideia de indivíduo autônomo, proprietário de si mesmo, de suas próprias normas de vida e de tudo aquilo que conseguir acumular. Diante disso, se amesquinham a solidariedade, a fraternidade e a reciprocidade. A ajuda ao próximo deixa de ser desinteressada, deve render dividendos. A reciprocidade transforma-se em troca de favores que podem ser cobrados a qualquer momento. **Na corrida de quem consegue acumular mais, desaparece a fraternidade.** (Grifo nosso) (FERREIRA, 1993)

Para o rompimento com essa visão totalmente individualista é necessário que valores morais de compromisso com o interesse coletivo sejam ensinados na escola e não apenas conteúdo específicos referente aos componentes curriculares. Segundo a autora Maria Aparecida Bicudo, no seu livro “*Fundamentos éticos da educação*”, Educação Moral é aquela que:

“... se preocupa em auxiliar o aluno a enfrentar um dilema moral. Este emerge numa situação que é vivida de modo singular pela pessoa, exigindo uma resposta nova e única. Isto cria a necessidade da pessoa ficar sensível e seguir sua própria tendência para apresentar uma resposta específica, além da necessidade de fortalecer sua percepção com informações que a levam a averiguar as expectativas, os fatos e as crenças que estão relacionados à resposta que pretende dar. Exige que ela esteja aberta para ouvir a si própria, para tentar descrever seus sentimentos em relação a cada resposta viável, para colocar-se no lugar do outro a fim de testar a imparcialidade dado julgamento que pretende emitir. Exige, fundamentalmente, que ela perceba o outro como semelhante..” (BICUDO, 1982)

Com base nos expostos pode-se dizer que uma educação voltada para a cidadania implica no emprego de uma educação moral e, dessa forma, valores éticos irão influenciar os estudantes na discussão de soluções voltadas para o coletivo. A Química presente na vida do cidadão pode ensiná-lo a participar da sociedade ativamente, por meio do conhecimento dos seus problemas sociais relacionados com esta ciência. O cidadão participa ativamente na medida em que faz julgamentos críticos, assentados no conhecimento da lei (fatos químicos, fatos sociais) e julgamentos políticos (discussão pública). (SCHNETZLER; SANTOS, 1996)

2 JUSTIFICATIVA

Sobre os problemas enfrentados na realidade do ensino de química para o nível médio de educação, Mizukami diz *“é caracterizado pelo verbalismo do mestre e pela memorização do aluno(...) Os alunos são instruídos e ensinados pelo professor. Evidencia-se preocupação com a forma acabada: as tarefas de aprendizagem quase sempre são padronizadas, o que implica poder recolher-se à rotina para se conseguir a fixação de conhecimentos/conteúdos/informações”*(Grifo nosso) (MIZUKAMI, 1986). O ensino dito tradicional onde o professor sabe um pouco sobre conteúdos específicos e algumas técnicas pedagógicas, torna-se rotineiro e, como quase tudo que vira rotina, se torna pouco atrativo e cansativo, principalmente para a faixa etária dos jovens estudantes que enfrentam isso em quase todos os dias letivos. Essa realidade leva-os a tratar o ambiente escolar como um lugar desinteressante e com pouca empregabilidade dos conteúdos aprendidos em seu cotidiano.

Busca-se então, por meio de estratégias diferenciadas que exijam interatividade, a participação dos estudantes e sua ação na comunidade, romper com barreira da rotina e despertar os estudantes para um aprendizado mais ativo, inclusivo e conscientizado.

Uma forma de tornar esse aprendizado mais atrativo dá-se através da contextualização de um problema vivenciado pelos discentes. Dessa forma, busca-se relacionar com diversas situações de vivência ou conhecimentos prévios dos participantes e é pretendido um estudo mais interessante e útil da matéria. O aprendizado que fornece visões de importância para os conteúdos científicos e emprego no cotidiano atende ao objetivo de formação de cidadãos críticos que possam tomar decisões relevantes na sociedade, relativas a aspectos científicos e tecnológicos (SCHNETZLER; SANTOS, 1996)

É consenso em diversas pesquisas que tratam sobre o ensino de química que esse ensino deve ter como objetivo a formação da cidadania. Deste modo, incentivar e propiciar um ambiente escolar que visa discutir uma questão ambiental, problema de toda uma região afetada pela exploração histórica e indiscriminada de minérios de carvão e através dessa abordagem, muito presente no cotidiano de cada estudante, ensinar conteúdos específicos da química ganha significado e importância para que o objetivo dessa educação seja alcançado.

No artigo *Função social: O que significa o ensino de química para formar o cidadão?* Santos e Schnetzler discutem a formação do cidadão e os temas químicos sociais que visam atingir esse objetivo.

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do

conteúdo químico com o cotidiano do aluno, condição essa enfatizada pelos educadores como sendo essencial para o ensino em estudo. Além disso, os temas químicos permitem o **desenvolvimento das habilidades básicas** relativas à cidadania, **como a participação e a capacidade de tomada de decisão**, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução. (Grifo nosso) (SCHNETZLER; SANTOS, 1996)

Além de todas estas justificativas que foram aqui apresentadas, a que mais motivou na realização deste projeto faz parte do histórico da vida pessoal deste pesquisador. Nascido e criado na cidade de Nova Veneza, frequentou a Escola de Educação Básica Abílio César Borges, em grande parte de sua educação básica, e ao ter o Rio Mãe Luzia como vizinho, lamentou-se por não poder tê-lo usufruído, para momentos de lazer da comunidade, amigos e familiares, pois o mesmo apresentou-se sempre poluído.

Lembranças do rico rio que fornecia água, comida, transporte e diversão ficam por conta dos personagens regionais mais antigos e dos registros históricos que contam aventuras, trabalhos e narram as belezas encontradas nas margens e adentro do rio.

De Nova Veneza é, possível viajar-se em canoas até a Vila do Araranguá, e é essa uma viagem divertida. Correndo grande parte do rio entre matas virgens, variadas devem ser as paisagens, as cenas imprevistas. Aqui é um veado que, perseguido procura um refúgio nas águas. Ali uma anta que, atormentada pelos calores, se banha voluptuosamente no fresco e cristalino líquido, além uma capivara que assustada, atira-se brutalmente às ondas do rio e acolá uma ariranha mostra a cabeça fora d'água, indagando curiosa o que se passa na superfície. Os grandes vegetais miram-se no espelho líquido e, nos lugares mais estreitos, os galhos seculares se entrelaçam, servindo de ponte altíssima aos macacos e coatis.

Antes de tudo, o rio Mãe Luzia é um rio de lembranças. (...) Foi assim que os mais antigos foram chegando e se aconchegando em suas barrancas. (...) E o rio Mãe Luzia era tudo. Do rio vinham os muitos peixes, a água para beber, o banho que descansava no final de um dia de trabalho. (FORQUILHINHA HOJE, 1992)

As memórias do que foi o rio no passado são fortes motivos para transformar a marca escura e ácida, que percorre por entre matas e cidades da região carbonífera extinguindo vidas no seu caminho, em um local de uso para o bem da comunidade e do meio ambiente.

Após ver o problema do ponto de vista de um futuro profissional da educação, fica nítida a quantidade de conhecimentos que podem ser transmitidos e das abordagens (social, ambiental, política, química...) que podem ser feita em volta do rio. É papel da escola no geral, e do professor de química em particular, por possuir uma visão mais técnica do problema, alertar

e gerar debates entre os estudantes sobre medidas e prevenções que venham a favorecer a vivência em comunidade.

Assim, o presente trabalho buscou desenvolver um material didático amparado em referenciais pedagógicos e ferramentas metodológicas para o ensino da temática de mineração do carvão. O material (Anexo 1) serve de apoio aos professores de química e estudantes do ensino médio da região; explora conceitos químicos envolvidos nos processos de mineração e fomenta a discussão em aspectos políticos, socioculturais, econômicos e ambientais do problema. Busca-se através de uma pesquisa de avaliação entre professores da região analisar a aceitabilidade do material proposto, investigar a existência de discussões do tipo proposto no ambiente escolar e receber um “*feedback*” dos profissionais de ensino de química sobre o material elaborado.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um material de apoio a professores de química e estudantes de ensino médio que explora conceitos químicos envolvidos em processos de mineração de carvão e seus agravantes ambientais. O material desenvolvido deve fomentar discussões que vão além do conteúdo promovendo debates de âmbito político, econômico, sociocultural e ambiental.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um material de apoio em forma de livro para o ensino de química sobre a temática de mineração do carvão.
- Apresentar o material elaborado a professores de química que atuam na rede pública de ensino da região carbonífera sul-catarinense.
- Investigar o uso de contexto da mineração de carvão em aulas por parte dos professores entrevistados
- Analisar a aceitabilidade dos professores em relação ao material.
- Obter feedback de profissionais do ensino de química da região carbonífera para o material elaborado.

4 METODOLOGIA

Primeiramente foi elaborado o material “Riqueza Material? As controvérsias da atividade mineradora”. O material elaborado teve como inspiração os minicursos ministrados por professores, em formação inicial, do curso de Licenciatura em Química da Universidade de São Paulo (USP). O Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ) disponibiliza em formato digital os minicursos ministrados no laboratório. Em especial, o minicurso sob a orientação do Prof. Dr. Marcelo Giordan e elaboração de alunos da disciplina Metodologia do Ensino de Química (NEGRI et al., 2016) motivaram a elaboração do material em questão. O material buscou tratar de maneira construtivista a forma como a mineração de carvão é vista, retratando questões históricas, econômicas, políticas, socioculturais e ambientais. Os aspectos levantados tiveram enfoque no ensino de química dos fatores levado em consideração.

Professores da região AMREC, que lecionam Química na rede estadual de ensino, foram convidados a analisar o material desenvolvido e posteriormente a pesquisa foi realizada utilizando questionários aplicados online (Formulários do Google Docs – no domínio: forms.google.com). Dez professores foram convidados e aceitaram participar da pesquisa, porém dois professores não registraram respostas no formulário e não justificaram o motivo da não participação. A atuação destes profissionais se distribui entre quatro cidades da região carbonífera (Criciúma, Forquilha, Nova Veneza e Siderópolis). As escolas foram contatadas para disponibilizar os horários em que os professores estariam presente no local. Então, o material físico foi apresentado aos professores e o convite para participar da pesquisa realizado. Após confirmação, os docentes receberam um e-mail com a versão (.pdf) do material elaborado e o questionário online (Apêndice A). O questionário foi elaborado utilizando como referência o trabalho realizado por Coelho (2005), adaptado para atender aos objetivos desse projeto.

Para a análise das respostas apresentadas pelos professores entrevistados, utilizou-se de uma adaptação do procedimento de análise interpretativa descrita por Souza (2006) que julga os exposto através de três categorias temporais, sendo que:

Tempo I: pré-análise e leitura cruzada que visam a leitura dos dados referentes aos perfis dos entrevistados.

Tempo II: Leitura temática – unidades de análise descritivas que “nasce e articula-se às leituras cruzadas porque evidencia regularidades, irregularidades, particularidades e

subjetividades com base na interpretação e no agrupamento temático e compreensivo dos textos narrativos”

Tempo III: Leitura interpretativa-compreensiva do corpus onde ocorre a interpretação das narrativas apresentadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi respondido por 8 professores dos 10 que foram convidados a participar da pesquisa. Todos os professores que participaram desta pesquisa qualitativa estão atuando no ensino de Química para os estudantes do ensino médio da região carbonífera. A pesquisa tem o intuito de receber opiniões dos professores em relação ao material elaborado, desta forma escolher professores atentos às questões discutidas é primordial para a compreensão da realidade cultural regional. (TRIVIÑOS, 1987)

Trabalhou-se com uma margem pequena 10 professores de 7 escolas de ensino médio em 4 cidades diferentes (Criciúma, Forquilha, Nova Veneza e Siderópolis). As escolas foram escolhidas por apresentarem proximidade a pontos de contaminação por mineração e por se situarem relativamente próxima à residência do autor, facilitando a locomoção. Com os dados coletados foi possível caracterizar o perfil dos professores e gerar mais significado no discurso (SOUZA, 2004)

O instrumento de pesquisa utilizado para a coleta de dados não se mostrou muito eficiente, pois em alguns casos as respostas se mostraram curtas e pouco esclarecedoras. Em primeiro momento essa forma de pesquisa tinha o intuito de facilitar a questão distância entre os entrevistados e o pesquisador, porém para uma maior coleta de dados significativo seria mais aconselhável uma entrevista presencial semiestruturada. O tempo de elaboração do material foi maior do que o esperado, dessa forma não houve tempo para corrigir essa falha na metodologia adotada.

5.1 PERFIL DOS PROFESSORES

No apêndice B é possível verificar um quadro contendo os dados de identificação dos professores. Para preservar a imagem do professor e manter sigilo quanto às informações fornecidas para a pesquisa será utilizado letras para substituir os nomes dos entrevistados. No quadro também é possível verificar dados em relação à idade dos participantes, formação acadêmica, tempo de docência e a quanto tempo atua na região.

Dentre os professores entrevistados a maioria nasceu na região, apenas o Professor E relatou morar a apenas 6 anos na região. A professora G é a que mais tempo atua no magistério (vinte e quatro anos), em seguida a Professor A (dezessete anos). O Professor F é o que atua a menos tempo em sala de aula (quatro anos).

Todos os professores entrevistados possuem licenciatura em Química. Além do curso de licenciatura, o Professor B tem pós graduação em gestão ambiental e o Professor F apresenta mais de um curso de formação inicial, no caso Ciências Biológicas.

5.2 A UTILIZAÇÃO DA TEMÁTICA REGIONAL NAS AULAS DE QUÍMICA

Dado o fenômeno investigado, utilizou-se do questionário para estabelecer um processo de análise interpretativa (SOUZA, 2004). Considerando os três tempos propostos pelo autor (pré-análise e leitura cruzada; leitura temática; leitura interpretativa-compreensiva do *corpus*) buscou-se agregar novos entendimentos advindos das falas dos professores entrevistados. Desta forma, ao construir um novo texto baseado nos textos originais expressando a perspectiva teórica do autor atribui-se um novo significado para um conjunto de exposições significantes.

No presente trabalho defende-se um ensino de química contextualizado, que visa o contexto regional da temática social, em contraponto de algumas vertentes do ensino do cotidiano em que existe um certo “modismo” em relação ao ensino de algumas atividades relacionadas ao dia-a-dia que se restringe a uma visão superficial da química em que o conhecimento científico é restrito a algumas aplicações no cotidiano e a composição de alguns produtos utilizados pelas pessoas (SANTOS; MORTIMER, 2000). Conforme esses autores, o ensino através do cotidiano de visão enciclopédica é diferente do ensino que tem enfoque CTS em que as abordagens não se limitam aos aspectos científicos. Nessa perspectiva, o ensino contextualizado pode ser entendido como aquele que se aproxima da vivência do estudante e que envolvam problemas críticos, de alta relevância para promover um ensino para além das questões científicas, e que promova uma ação social visando melhorias para a comunidade.

Com relação à questão 4 (Apêndice A), que busca entender como os professores desenvolvem suas aulas, a maioria se descreve de forma tradicional, onde a sequência conceitos, exemplos e exercícios aparece como metodologia de suas aulas.

“Geralmente aulas expositivas, na sequência exercícios e algumas práticas” – Professora A

“Utilizo do livro didático para leitura de textos, resolução de exercícios. Sempre que possível eu busco realizar experiências” – Professor C

“Explico os conteúdos, dou exercícios” – Professor E

“Passo o conteúdo no quadro, cobro exercícios e faço atividades experimentais” – Professor

F

“Escrevo os conteúdos no quadro, indico resolução de exercícios do livro didático e faço avaliação em forma de prova e trabalhos” – Professor G

Porém, alguns professores demonstraram em suas respostas alguma aproximação com a forma de contextualização descrita por Santos e Mortimer (2000), onde o cotidiano é tratado como “modismo” no ensino de química:

“As aulas sempre busco procurar algo que esteja relacionado conteúdo ao cotidiano dos alunos, com isso a compreensão abordada se torna mais significativa” – Professor B

“Minhas aulas geralmente são expositivas, mas quando consigo busco trazer aulas diferenciadas para os alunos, relacionando o conteúdo a vida deles” – Professor D

“Tento dar aulas sempre puxando para o cotidiano dos alunos, aí passo o conteúdo, trago exemplos mais comuns aos alunos para que ele possa ver que a química está em sua vida, dentro de casa e em todos os lugares” – Professor H

Nos discursos dos professores entrevistado em nenhum momento aparece o ensino de química relacionado a uma temática. A visão de um ensino em tópicos como aparece em livros didáticos tradicionais ainda é preponderante no discurso dos docentes entrevistados. A pergunta 5 do questionário reafirma o conteudismo como maior preocupação, metade dos entrevistados concorda que há um número muito grande de conteúdos sendo muitas vezes necessário “correr” com a matéria para abranger os “tópicos” do programa. Na visão do Professor E os conteúdos de química do ensino médio devem preparar o aluno para o vestibular. Resultando em uma preocupação com o rigor conteudista em mais da metade dos entrevistados.

Quando questionados sobre trabalhar em aulas o contexto da mineração na região, o que pode-se analisar nas respostas são pequenas tentativas através de exemplificação em determinados conteúdos em que a associação é óbvia. A problemática regional é subjugada ao ensino de conceitos e ganha atenção apenas em nível de trazer a realidade do cotidiano do aluno, sem aprofundamentos críticos.

“Sim. Citando dentro de alguns temas, alguns exemplos.” – Professor A

“Não aprofundo muito, mas dependendo do conteúdo é discutido, como por exemplo, chuva ácida, combustíveis como fonte de energia, reação de combustão.” – Professor B

Na resposta do professor C há um apontamento para um dos que podem ser os motivos para o qual o ensino de temática não está sendo utilizada em escola mesmo com recomendações dos documentos oficiais da educação, a falta de materiais didáticos mais direcionados para esse fim. Visto que em muitas ocasiões os professores de ensino médio público possuem alta carga horária, é difícil conciliar tempo para elaboração de aulas específicas tratando a problemática. Deste modo, materiais como o elaborado neste trabalho podem ajudar os profissionais da área a tratar com mais ênfase o assunto.

“Não trato muito este tema, as vezes quando algum aluno levanta um questionamento eu procuro explicar, mas os livros que eu utilizo não trata deste assunto, o que dificulta.” – Professor C

Já em alguns casos, os professores demonstraram apontamentos que indicam a realização de atividades parecidas com a exposta no material de apoio desenvolvido. O caso específico do Professor F que também possui formação inicial em Ciências Biológicas, responde a pergunta com uma forma de trabalhar a temática mais interdisciplinar.

“Sim, busco trabalhar o contexto da região em minhas aulas. Já falei em minhas aulas sobre DAM, chuva ácida, recuperação de áreas degradadas...” – Professor D

“Trabalho pouco com essa temática, mas quando trabalho busco trazer a situação dos rios que foram prejudicados com essa exploração, as formas de vida que dependiam do rio e morreram devido a poluição acarretada.” – Professor F

“Já trabalhei algumas vezes com algumas questões, por exemplo, levei os alunos para um dos rios que contém poluição para coletar água e medir o pH e comparar com outras águas que eles trouxeram.” – Professor H

As resposta de cunho ligado ao conteúdo foi exposta no questionário novamente, mesmo com a situação da mineração explícita na pergunta. Os exames de seleção de ingresso em cursos superiores, que boa parte dos estudantes realizam no final do ensino médio e um

rigor para não haver fuga do conteúdo programático escolar são exposições encaradas como justificativas para o não desenvolvimento de aulas abordando a temática da mineração.

“Não, pois tem muito conteúdo. Tem alunos que querem passar no vestibular depois do ensino médio. Se eu não passar alguns conteúdos eles ficam prejudicados.” – Professor E

“Não muito, só quando algum aluno traz alguma questão aí eu comento com eles algumas coisas que eu sei sobre.” – Professor G

A adoção de aulas espelhadas nos currículos tradicionais que dão ênfase nos aspectos formais da Química são responsáveis por gerar um ambiente cultural em que a química escolar é transfigurada e perde a relação com a própria visão de ciência, além de não apresentar contexto social ou tecnológico ao aprendizado desta ciência. Deste modo, aprender Química é reduzido ao ponto de principalmente aprender a classificar. Parte desse cenário é composto pela percepção de que o aluno que sabe os conceitos ensinados em sala de aula saberá fazer as possíveis ligações das definições e fórmulas com o cotidiano, não havendo atenção suficiente ao que essa prática pode levar ao manejo de pequenos rituais, como a memorização. O grau de conteúdo acabado que o ensino de Química é caracterizado no ensino médio transforma a ciência de caráter predominante dinâmico em uma matéria estática, desinteressante, difícil e de acesso a poucos iluminados. (MORTIMER; MACHADO, 2013)

Ao privilegiar os aspectos conceituais, entende-se que só após aprender todos conceitos é que seria possível a sua aplicação. Então, uma visão de ensino de forma temática, em que os conceitos não seguem necessariamente uma sequência de tópicos de maneira tradicional, não é bem assimilada nas escolas pelos professores, apesar dos Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) promover livros com esse enfoque.

O pressuposto de que se deve, no ensino, esgotar um conceito para poder aplicá-lo pode ser questionado, pois é justamente nas aplicações que se explicitarão as relações a serem estabelecidas entre os conceitos. Além disso, existem tendências na Psicologia contemporânea que consideram os conceitos inseparáveis dos contextos de aplicação, uma vez que o aluno tende a recuperar conceitos a partir desses contextos de aplicação, e não no vazio. (MORTIMER; MACHADO, 2013)

Em acordo com as ideias de um ensino que aborde conceitos químicos em relação direta aos contextos de aplicação fez-se o material de estudo deste trabalho de conclusão de curso. Porém, em vista do levantamento realizado somente a distribuição do material didático não resultaria em grandes resultados. De certa forma, quando utilizado, o material poderia servir

para um ou outro exemplo de aulas de tradicionais a título de exemplos. Os professores, em geral, não utilizam a temática do carvão de forma mais profunda como indicam os pressupostos teóricos explicitados, resumindo a tratativa da questão a exemplificações dos conteúdos.

5.3 O QUE PENSAM OS PROFESSORES SOBRE O MATERIAL

Apesar dos professores demonstrarem ênfase nos conhecimentos químicos em resposta a questão número 7 do questionário, todos os educadores concordam que através de uma problemática local pode-se contribuir na formação de um cidadão crítico. Porém a relevância central da questão conceitual pode contribuir para uma apropriação acrítica da realidade e de contextos relevantes. Na fala dos professores há, em geral, uma preocupação com a natureza e encontra-se em alguns trechos uma relação entre o ensino destes problemas e a preservação ambiental, porém é ausente no discurso dos docentes a relação sociocultural e política da situação em questão. Quando, no discurso dos professores, surgem recortes relacionado a aspectos para além do aspecto conceitual das aulas, este é pouco aprofundado, como nos trechos:

Sim. Isso possibilita torná-lo integrante e contribuir dentro de seu espaço social. – Professor A

Sim, os alunos podem se perguntar o porquê da região ser afetada, ficar mais atento aos noticiários ou até mesmo buscar alguma forma de intervir nos problemas. – Professor C

Outro grupo de professores respondeu a essa questão relacionando os conhecimentos da química com a preservação do meio ambiente. Ressaltou-se a importância do estudo de química como parte de conscientização de questões ambientais e na construção de um pensamento mais crítico relacionado aos problemas ocasionados pela exploração indevida de recursos e descarte de resíduos que afetam o meio ambiente.

Sim. Os conhecimentos básicos adquiridos através do aprendizado da química contribuem para que o cidadão compreenda os impactos causados ao ambiente em que está inserido. Como por exemplo: entender o impacto da instalação de uma indústria poluente, saber a destinação correta de resíduos como lâmpadas fluorescentes e pilhas, contribuir para utilização de meios de transporte menos poluentes são exemplos de como o conhecimento químico pode melhorar a vida das pessoas. – Professor B

O discurso dos professores limita-se a um pensamento de conscientização individual para a resolução da crise ambiental, sem aprofundamentos nos expostos para uma discussão mais crítica em relação a responsabilidade da sociedade como um todo. Em nenhum momento surge uma problematização em relação a grandes corporações e políticas públicas ambientais caracterizando uma visão ingênua do problema em questão.

Sim, vendo os problemas da região em sala de aula os alunos podem compreender um pouco sobre o problema e serem mais críticos quanto a exploração de recursos e reflexos no meio ambiente. – Professor D

Sim, é preciso utilizar da ciência para alertar os estudantes os riscos que ocorrem ao meio ambiente e que também somos parte desse meio ambiente, sendo necessário preservá-lo. – Professor F

O Professor H, ao responder à questão, deu destaque ao papel da temática no aspecto motivacional das aulas. A atenção em questões ambientais na educação auxiliam os alunos a discutir entre si a realidade de onde vivem e gerar uma conscientização ambiental do seu território. Um ensino pautado nessa discussão pode permitir a formação de indivíduos autônomos, críticos e solidários. A abordagem ambiental de problemas encontrados no cotidiano na educação contribui para uma transformação do conhecimento prévio que o estudante possui, transformando a compreensão sobre sua localidade e gerando a construção de conhecimentos significativos a partir de sua compreensão do vivido reorganizado com os conhecimentos científicos adquiridos.

Sim. Os problemas locais ajudam os alunos a discutir, os alunos participam mais quando sabem do que estamos falando e isso eles levam com eles de alguma forma. – Professor H

De maneira geral, os entrevistados utilizariam o material à exceção do Professor G que justifica dizendo que já está próximo de aposentar-se e não mudaria suas aulas no momento. Em quatro professores foi constatado a visão conteudista como preponderante e o material serviria mais a título de exemplificação em aulas. Desta maneira constata-se, nos entrevistados em geral, um distanciamento das situações-problema cotidianas e a abordagem Química no ensino médio através de temáticas não é claro para os educadores da região, sendo que o material elaborado serviria para aplicação em apenas alguns recortes que estariam de acordo com o conteúdo programático dos professores.

Sim, poderia utilizar para agregar em conteúdos que estão sendo visto em sala de aula. –

Professor C

Sim, acho que existe pouco material para trabalhar essas questões. Vou utilizar algumas partes que achei mais interessante quando eu tiver um momento para isso. – Professor D

Poderia utilizar alguns recortes do material apresentado, mas sem comprometer os conteúdos. –

Professor E

Sim, utilizaria. Achei o enfoque dado ao problema interessante. É difícil aplicar de forma integral devido aos outros conteúdos que precisam ser explicado, mas de maneira geral está bom. –

Professor F

Apesar da atuais propostas pedagógicas e curriculares estarem presentes propondo novos conceitos como a transversalidade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade o que é visto nas escolas é uma organização antiga pautada nas disciplinas tradicionais. O princípio da transversalidade pauta a educação em conhecimentos que devam ir além dos conceituais e agregar temáticas sociais como saúde, meio ambiente, sexualidade, segurança, trabalho, com um enfoque regional objetivando a construção de conhecimentos científicos em paralelo a compreensão dos contextos sociais. Nesse âmbito, a Educação Ambiental pode ser considerada como um processo de tomada de consciência dos indivíduos e da sociedade sobre questões relacionadas ao ambiente local, conhecimentos específicos, valores, habilidades, experiências que podem ser útil para tomadas de decisões individuais ou coletivas na tratativa dos problemas ambientais do presente e do futuro. (MARTINS; FROTA, 2009)

O Professor A cita algumas metodologias de ensino em que o material pode ser utilizado, o discurso de práticas e ideias defendidas para a ambientação de um espaço de pensamentos críticos. O discurso parece apontar para uma visão pedagógica que indica a superação do modelo tradicional de aulas. Isto é, a promoção de práticas didáticas que estimulam o pensamento crítico em detrimento da abordagem clássica disciplinar.

Sim. Trazendo a temática para ser trabalhada dentro de um determinado tema. Pode ser abordado no conteúdo de diversas formas. Debate, seminário, aula prática, saída a campo etc. –

Professor A

O Professor H mais uma vez salienta a importância da aproximação da temática ao contexto dos alunos como elemento motivador da aprendizagem que valoriza os conhecimentos prévios dos estudantes para uma educação significativa.

Sem dúvida, mostrar para os alunos um problema local desperta uma motivação neles por que eles sabem do que estamos falando, aí eles contribuem mais e essa noção de ver os problemas deles na escola faz com gostem mais da matéria e achem utilidade no que estão aprendendo. –

Professor H

O Professor B destaca para a importância do material em relação a abrangência de conteúdos químicos que podem ser trabalhados em sala de aula e o papel auxiliar para o aluno que prestará exames de seleção para cursos de nível superior, em específico o ENEM. Essa visão aponta a reflexão feita por (MALDANER, 1992) sobre a relação entre a preocupação dos professores de ensino médio com o conteúdo programático cobrado em exames de vestibulares. Os professores se apegaram a um “senso comum” de que existe um consenso do que deve ser aprendido em Química ditado pelos livros tradicionais e evidenciado pelo discurso de que dificilmente esses profissionais tem de abrir mão do conteúdo para um enfoque mais alinhado com as novas propostas pedagógicas para o ensino de química.

Sim, material muito positivo que esclarece um único tema que pode ser discutidos em vários conteúdos da química. As vezes, um material de apoio como este pro aluno é importante, principalmente para alunos que irão prestar o Enem, que é cada vez mais discutido sobre a questão ambiental, no qual relaciona o conteúdo disciplinar da química com a prática. –

Professor B

Em questão do retorno dos professores em relação a qualidade do material, potencialidades e limites, em geral, a avaliação é positiva. Foram ressaltados aspectos quanto ao conteúdo, caracterizado como preocupação principal dos profissionais.

Considero o material de qualidade. Sugiro uma constante atualização e sempre alinhar os conteúdos curriculares. – Professor A

O Professor B elucida a análise de indistinção existente entre uma abordagem temática e o ensino de conceitos científicos ao propor que sejam adicionados ao índice do material o conteúdo conceitual que cada discussão temática vai abordar como forma de facilitar a procura. Este enfoque

é característico da importância conteudista já relatado, nesse caso a facilidade apontada seria em questão de obter aplicações dos conteúdos e não uma preocupação em adotar o material para fazer uma abordagem temática:

Material completo. Só ressalto que no índice deveria ser colocado os subtítulos relacionados ao conteúdo da química, exemplo: DAM - nox, reações redox. No material fala bem sobre o que é tema atual discutido e o tema da química para tal conteúdo. Acredito se tiver no índice os dois facilitaria na hora de procurar. O restante perfeito, um ponto muito positivo são os vídeos e o questionário no final de cada capítulo. – Professor B

Os relatos acerca do material apontam para críticas sucessivas em relação ao conteúdo. Desta maneira, é caracterizado o fator sugerido por (CHASSOT, 1990) que considera essa tendência determinada pelos programas de Química convencionais, no qual os autores de livros didáticos tradicionais determinam a forma do ensino de Química. Ao admitir essa postura de ensino o educador desconsidera os aspectos socioculturais regionais e universaliza o ensino para qualquer ambiente regional sem considerar as diferentes especificidades locais.

O material ficou bom, bem ilustrado e didático, porém a lógica dos conteúdos é diferenciada e poderia não ser bem compreendida pelos estudantes, sendo necessária complementação. –

Professor C

Achei o material bom, mas é limitado nos conteúdos. Acho que seria gasto muito tempo e os não aprenderiam tanto química. – Professor E

Apesar dos resultados, em sua maioria, indicar uma perspectiva dos professores de mudança e interesse pela utilização da temática, o que se observa é uma falta de atualização dos profissionais em relação a maneira de empregar temáticas em aulas de química. Esse discurso também pode apontar pelas dificuldades envolvidas na elaboração de práticas diferenciadas das tradicionais e também uma dificuldade em assimilar uma mudança tão grande em relação a organização dos conceitos e formato de exercícios de aprendizagem. A confusão relatada pelo Professor G, apesar do que ele diz, é mais relacionada a sua compreensão de ensino através de temáticas do que propriamente dita uma confusão por parte dos estudantes em assimilar o conhecimento:

Gostei do material, mas acho que a forma que é apresentado pode confundir os alunos. –

Professor G

Por fim, houve a recomendação de dois professores (F e H) que argumentam a favor de uma utilização/atualização do material em que atividades sejam realizadas de forma interdisciplinar e o reconhecimento da falta de instrução para trabalhar de forma temática evidenciada pela sugestão de elaboração de um guia para o professor.

O tema sugerido é bastante abrangente podendo ser trabalhado com outras disciplinas, eu sugiro a inserção de formas de trabalho interdisciplinar com outras matérias para que os alunos possam assimilar de diferentes maneiras a situação. – Professor F

Poderia ter um guia para os professores de que maneira utilizar o material, a visão do autor do livro é importante para entender o que é realmente desejado. – Professor H

A proposta de pesquisa deixou clara que a preocupação central da maioria dos professores de Química da região é com o aspecto conceitual da matéria, orientada pelos tópicos dos livros tradicionais. Nesse sentido, o Professor H aponta para uma das formas que possivelmente ajudaria os professores a trabalhar com o material desenvolvido. Por vez, é necessário uma atualização geral dos envolvidos na educação, em especial da Química, para entender que conhecimentos muito específicos da matéria não contribuem de forma significativa para um cidadão viver melhor em sociedade. Em vez disso, as temáticas sociais são um método mais aceito para promover uma melhor compreensão e utilização de informações químicas básicas necessárias para sua atuação como cidadão engajado na sociedade em que vive. (SANTOS; SCHNETZLER, 1997)

6 CONCLUSÃO

No presente trabalho, identificou-se que há, entre os docentes entrevistados, uma dificuldade na compreensão de uma abordagem do ensino de Química de forma temática social. Este fator pode estar relacionado com a deficiência na formação inicial e continuada de professores, comprometendo assim a utilização do material de apoio “Riqueza Mineral? As controvérsias da mineração”. Sem a devida cautela e correta assimilação das metodologias necessárias para implantação do projeto, o material elaborado resultaria em poucos efeitos positivos, pois os professores caracterizam-se pelo caráter conteudista tradicionais. Desta maneira, o trabalho proposto tenderia a servir a título de exemplificações de aulas predominantemente conceituais, podendo levar a interpretações imediatistas, sem um entendimento amplo das questões relacionadas, contribuindo pouco para a formação de um cidadão crítico atuante em questões da sociedade.

Atrelado à desatualização exposta nas respostas dos docentes, há questões em que o presente trabalho não tinha proposta de investigar, porém seria injusto responsabilizar apenas os professores pela não adoção das recomendações propostas pelos documentos oficiais. Em um estudo sobre a tendência de Educação Ambiental entre professores de uma escola municipal de Siderópolis/SC são apontadas algumas das principais causas que acarreta a falta de renovação nas metodologias adotadas para o ensino nas escolas:

A falta de tempo e espaço adequados para reuniões de planejamento, estudo e pesquisa, individual e/ou coletivo, impõem ao trabalho docente um contexto em que não há diálogo e participação de todos nesse processo educativo, pois os horários reservados para reuniões mostram-se insuficientes e conturbados. Os recursos materiais e metodológicos disponíveis na escola são escassos e até inexistentes, estando os trabalhos com EA desenvolvidos de certa maneira ao sabor do improviso. Encerrando esta questão está o fato de que matriz curricular é fechada, organizada por uma estrutura disciplinar, atrelando os professores a conteúdos e prazos determinados, dificultando o trabalho entre as disciplinas. (MARTINS; FROTA, 2009)

Apesar dos professores, de maneira geral, terem aceitado bem o material proposto para a abordagem da temática da exploração de carvão; o que é evidenciado no discurso para a utilização é um desenvolvimento fragmentado simplista, sendo que a visão conceitual continuaria prioritária e aspectos socioculturais, políticos e econômicos não são apontados com a ênfase de que uma abordagem temática carece para a formação do estudante cidadão. Deste modo, até mesmo os profissionais que demonstram um interesse explícito em causas ambientais e afirmam a importância do debate no ambiente escolar, por vezes, são barrados de adotar uma

metodologia diferenciada devido a dificuldades atreladas a um ambiente escolar de pouca criatividade e diálogo entre profissionais na elaboração de projetos inovadores, recaindo a aspectos conservadores e tradicionais das escolas.

Para o material desenvolvido a sugestão mais pertinente seria a implementação de um guia do professor com as ideias do autor exposta aos docentes para um emprego mais efetivo do projeto. Desta forma, visto o caráter tradicional expressado pelos professores seria interessante e agregaria muito ao material proposto, uma indicação de recentes correntes metodológicas que estariam em contraposição ao limiar da epistemologia cartesiana ao apresentar novas maneiras de tratativas do ensino. Dessa maneira, defendendo um ensino de Química que amplie a compreensão de realidade dos estudantes, auxiliando na formação crítica e comprometida com a sociedade.

Apesar da pesquisa realizada apontar para o emprego do material de forma desconexa e fragmentada, deve-se considerar o baixo percentual de professores entrevistados e que pode haver profissionais interessados em trabalhar com a temática da exploração do carvão em suas aulas na região carbonífera, sendo importante uma disponibilização do material para quem interessar. Desta forma, o material pode ser classificado como importante por dois fatores principais. O primeiro diz respeito ao trabalho de reflexão dos entrevistados que pode contribuir para um futuro aprofundamento dos conhecimentos e atualização profissional. O segundo diz respeito a constatação feita no estudo da Coelho (2005) que investigava a perspectiva da chuva ácida como tema social entre professores de Química de Criciúma/SC que aponta para uma situação-limite de interesse para o presente estudo:

Uma outra “situação-limite” predominante assinalada pelos professores foi a falta de material didático adequado para se trabalhar com temas e o acesso a bibliografias, apontados como dificuldades(COELHO, 2005)

Para questões futuras de pesquisa, seria proposto primeiramente uma disponibilização do material elaborado, podendo inicialmente ser disponibilizado na internet a fácil acesso e divulgado para os profissionais da região. Seguindo então a recomendação feita pelo professor entrevistado de elaborar um guia do professor para resultar em um melhor retorno de resultados pretendidos, com relação aos objetivos para o exercício da cidadania, visando uma proposta inovadora por meio da abordagem de temas sociais, estimulando estudantes a refletir através de conceitos químicos básicos e relacionando as implicações derivadas do conhecimento químico em questões problemas perante a sociedade.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS, Agencia Nacional. **Quantidade de água**. 2018. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

ALBINIA, Alice. **Empires of the Indus: The Story of a River**. First ed. New York: W. W. Norton & Company Inc., 2010.

ASSAD, Leonor. Cidades nascem abraçadas a seus rios, mas lhes viram as costas no crescimento. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 65, n. 2, p. 6–9, 2013. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252013000200003>

Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Ensino Médio. [s.l: s.n.].

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Fundamentos éticos da educação**. São Paulo: Autores Associados/Cortez, 1982.

BRASIL, Nações Unidas no. **A ONU e a água**. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 19 jun. 2018.

CHASSOT, Aticco Inácio. **A educação no ensino de Química**. Ijuí: UNIJUÍ, 1990.

COELHO, Juliana Cardoso. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de Química em Criciúma (SC)**. 2005. UFSC, [s. l.], 2005.

FERREIRA, Nilda Teves. **Cidadania: uma questão para a educação**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

Forquilha Hoje. [s. l.], 1992.

GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO. **11º Relatório de monitoramento dos**

indicadores ambientais. [s.l: s.n.].

LADWIG, Nilzo Ivo; DAGOSTIM, Vanessa; BACK, Alvaro José. ANÁLISE DA PAISAGEM DA REGIÃO CARBONÍFERA DO ESTADO DE SANTA CATARINA , BRASIL , REALIZADA COM IMAGENS DE SATÉLITE. **Raega: O espaço geográfico em análise**, [s. l.], v. 43, p. 93–107, 2018.

MALDANER, Otávio Aloisio. **Química I: construção de conceitos fundamentais**. Ijuí: UNIJUÍ, 1992.

MARTINS, Miriam da Conceição; FROTA, Paulo Romulo de Oliveira. Tendências de educação ambiental entre os professores da escola municipal Jorge Biff - Siderópolis/SC. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. 10, 2009.

MILIOLI, Geraldo et al. **O sul do Estado de Santa Catarina**. 2004. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/limnologia/Sul_catarinense/Sulcatarinense/>.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. ENSINO: As abordagens do processo. **Editora Pedagógica e Universitária**, [s. l.], p. 1–13, 1986. Disponível em: <<http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/mod4bloco4/ep4/ABORDAGENS-DO-PROCESSO.pdf>>

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química: Ensino Médio - Manual do Professor**. 2. ed. São Paulo: editora scipione, 2013.

NEGRI, Aline De et al. **Mina de Ferro, quanto vale? A lama de rejeitos da mineração de Mariana e os impactos de sua composição química**. São Paulo.

PENN, James R. Rivers of the world: a social, geographical, and environmental sourcebook. In: , 2001.

ROCHA, Julio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SANTA CATARINA et al. **Estudo de viabilidade da recuperação das áreas minerada da região sul de Santa Catarina.** Criciúma.

SCHNETZLER, Roseli P.; SANTOS, Wildson Luiz Pereira Dos. Função Social: o que significa o ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 4, p. 28–34, 1996.

SITCHIN, Zecharia; ESTEVES, Luís Fernando Martins. **O começo dos tempos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Best Seller, 2008.

SOUZA, Elizeu Clementino De. O conhecimento de si: narrativas do itinerário escolar e formação de professores. [s. l.], v. 1, p. 442, 2004.

TRIVIÑOS, Augusto Nibalde Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

APÊNDICE A – Questionário

QUESTIONÁRIO

Riqueza Mineral? As controvérsias da atividade mineradora nas regiões carboníferas

Esse formulário tem como objetivo o levantamento de dados para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Catarina. Para tanto, pedimos para que analise o material disponibilizado por e-mail "Riqueza Mineral? As controvérsias da atividade mineradora nas regiões carboníferas" e responda ao questionário a seguir:

Nome: _____

Idade: _____

1) Quanto tempo mora na região?

2) Qual é a sua formação?

3) Há quanto tempo exerce a docência?

4) Relate como você geralmente desenvolve suas aulas.

5) Sobre os conteúdos químicos trabalhados no ensino médio você considera que:

() Há um número muito grande de conteúdos sendo muitas vezes necessário “correr” com a matéria para abranger os “tópicos” do programa;

() Os conteúdos podem ser exclusivamente aqueles necessários para a compreensão de situações problema;

- () Os conteúdos devem preparar o aluno para o vestibular;
- () Os conteúdos devem ser aqueles que permitam a compreensão da construção teórica da ciência, ou seja, o processo de elaboração das teorias científicas no intuito de preparar futuros cientistas.

6) Você costuma trabalhar em suas aulas com o contexto da mineração de carvão? Se sim, de que forma? Se não, porque?

7) O ensino de química - através de uma problemática local - pode contribuir na formação de um cidadão crítico? Em quais aspectos?

8) Você utilizaria o material "Riqueza Mineral? As controvérsias da atividade mineradora nas regiões carboníferas"? Caso afirmativo, explique de que forma você poderia utilizar. Em caso negativo, justifique.

De forma geral, gostaríamos de receber um feedback sobre a qualidade do material apresentado. Desta forma, escreva aqui a sua opinião sobre o material, aponte potencialidades e limites, e indique o que pode ser trabalhado para gerar um resultado melhor.

Sua contribuição é voluntária, mas é considerada de extrema importância para que a pesquisa possa ter êxito. Salienta-se que em todas as circunstâncias, qualquer informação que possa caracterizá-lo será mantida em sigilo. Sendo assim, para finalizar, solicito que expresse através da seguinte declaração:

- () *"Declaro que fui devidamente esclarecido e dou meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente."*

APÊNDICE B – Ficha de Identificação

Professor	Idade (anos)	Residência na Região (anos)	Formação	Tempo de docência (anos)
Professor A	40	40	Licenciatura em Química	17
Professor B	32	32	Química Industrial, Licenciatura plena em Química e Pós-graduado em Gestão Ambiental	7
Professor C	36	36	Química Licenciatura	10
Professor D	28	28	Engenharia Química e Licenciatura em Química	3
Professor E	43	6	Química Industrial e Licenciatura em Química	14
Professor F	29	29	Ciências Biológicas e Licenciatura em Química	4
Professor G	49	49	Licenciatura em Química	24
Professor H	34	34	Licenciatura em Química	8

APÊNDICE C – Riqueza Mineral? As controvérsias da atividade mineradora nas regiões carboníferas



RIQUEZA MINERAL? AS CONTROVÉRSIAS DA ATIVIDADE MINERADORA NA REGIÃO AMREC

Carlos Westrup Pires da Silva

• **Elaboração**

Prof. Dr. Santiago Francisco Yunes

• **Orientação**

Florianópolis

2018



SUMÁRIO

RIQUEZA MINERAL? AS CONTROVÉRSIAS DA ATIVIDADE MINERADORA	3
APRESENTAÇÃO	3
PRESERVAÇÃO DAS ÁGUAS UM DEVER DE TODOS.....	3
A QUÍMICA E A MINERAÇÃO.....	8
O QUE É O CARVÃO?	9
SUBSTÂNCIA PURA OU MISTURA?	11
A ENERGIA DOS COMBUSTÍVEIS.....	13
O que são combustíveis?	13
PODER CALORÍFICO DOS COMBUSTÍVEIS	14
O CARVÃO: DO MINÉRIO A ENERGIA	18
A INFLUÊNCIA DO CARVÃO NOS IMPACTOS AMBIENTAIS	20
O que é a Drenagem Ácida de Mina (DAM)?.....	23
A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	29
EXPERIMENTO CHUVA ÁCIDA	31
EFEITO ESTUFA.....	34
BUSCANDO SOLUÇÕES E ALTERNATIVAS	36
REFERÊNCIAS.....	37



RIQUEZA MINERAL? AS CONTROVÉRSIAS DA ATIVIDADE MINERADORA

APRESENTAÇÃO

Caro leitor!

Apresentamos a você este material de apoio, o qual será utilizado durante as aulas na sequência didática “Riqueza Mineral? As controvérsias da atividade mineradora da região AMREC”. Nele, você encontrará todo o material necessário para acompanhar as aulas, como espaços a serem preenchidos por você, textos e trechos de notícias a serem lidos e orientações para a realização das atividades durante as aulas. Ao término do primeiro dia de atividades, não se esqueça de devolver este material aos professores responsáveis, os quais irão lhe retornar o material no dia seguinte.

PRESERVAÇÃO DAS ÁGUAS UM DEVER DE TODOS

Ambientalistas entendem que Região Carbonífera e o Extremos Sul também podem sofrer uma crise hídrica

Por Mariana Noronha

Em 09/02/2015 às 17:51



Fonte: Lucas Sabino/Jornal da Manhã



A crise hídrica que atinge o Sudeste em cheio e preocupa o restante do país, com consequências como o desabastecimento e a diminuição da geração de energia nas hidrelétricas, pode se repetir na Região Carbonífera e Extremo Sul do Estado? As discussões sobre o tema são correntes e as opiniões divergem, mas os ambientalistas são unânimes em afirmar que a segurança hídrica só se dará mediante medidas como a preservação das nascentes, a reserva e o uso consciente da água.

Desde 2006, o principal reservatório do Sul de Santa Catarina é a barragem do Rio São Bento, em Siderópolis. Instalado junto à área de preservação ambiental, abastece os municípios de Criciúma, Forquilha, Nova Veneza, Siderópolis e Içara, além de Maracajá. Com uma superfície inundada de 450 hectares e profundidade estimada em 50 metros, a capacidade de reserva do lago é de 58,5 milhões de metros cúbicos, projetando o abastecimento para uma população de até 730 mil habitantes.

“Devido à poluição causada pela mineração, o uso de agrotóxicos e outros fatores, 70% dos nossos recursos hídricos foram comprometidos e a barragem veio justamente para resolver o problema da água. Mas só isso não basta. Precisamos fazer a gestão dos recursos que restam e não esperar que aconteça o pior. Temos que implantar mecanismos que melhorem a política de proteção da água”, opina o professor José Carlos Virtuoso, presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga e do Fórum Catarinense de Comitês de Bacias Hidrográficas.

Nesse sentido, o Fórum encaminhou ao secretário de Estado da Casa Civil, Nelson Serpa, um ofício em que solicita a criação do “Órgão Gestor de Recursos Hídricos, com autonomia técnica, financeira e administrativa, culminando na efetiva implementação dos instrumentos de gestão, preconizados na legislação vigente”.

A sugestão é para o fortalecimento da estrutura técnica atual com no mínimo 40 técnicos, especialistas como hidrólogos, engenheiros ambientais e sanitários, engenheiros agrônomos, geólogos, químicos, geógrafos, biólogos, advogados e sociólogos.

Segundo ele, a região ainda se ressente da falta de um diagnóstico mais apurado sobre a situação da água. “Mais importante do que recuperar o que foi degradado é preservar o que temos. É uma questão delicada e uma preocupação para todos nós, porque não há grandes ações de recuperação, nem de preservação”, aponta.

Matéria completa disponível em: < <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2015/preservacao-da-agua-um-dever-de-todos> > Acesso em: 19 de set. de 2018.

Para refletir sobre o tema, iremos assistir o documentário “Uma luta transparente - A campanha pelo Rio Mãe Luzia” (disponível integralmente em <<https://www.youtube.com/watch?v=cQ763UMk0bM>>). Leia as perguntas abaixo e busque fazer anotações enquanto o vídeo é apresentado a fim de responde-las.



QUESTIONÁRIO

- 1) Identifique nas referências apresentadas (texto e documentário) todos os fatores que têm contribuído para a previsão de uma futura crise hídrica na região AMREC.

- 2) Quais consequências apontadas por Alfredo e Ana Tiscoski (agricultores aposentados) - que trazem memórias da época antes do primeiro lançamento de rejeitos da mineradora - aconteceram no rio, nas atividades sociais e na natureza local? O rio que você conhece apresenta características semelhantes? Comente suas respostas.

- 3) O Rio Mãe Luzia, apresentado no documentário, faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Sua nascente localizada em Treviso junto ao pé da serra marca o início do rio que ainda percorre pelas cidades de Siderópolis, Nova Veneza, Forquilha e Maracajá. Sabendo que:

- Existe mineradoras não muito distante da nascente e;
- Sinais de poluição são apresentados a partir desses pontos e durante todo o leito do rio é visível os traços de poluição;

Relacione o caso de Nova Veneza com o gráfico abaixo:

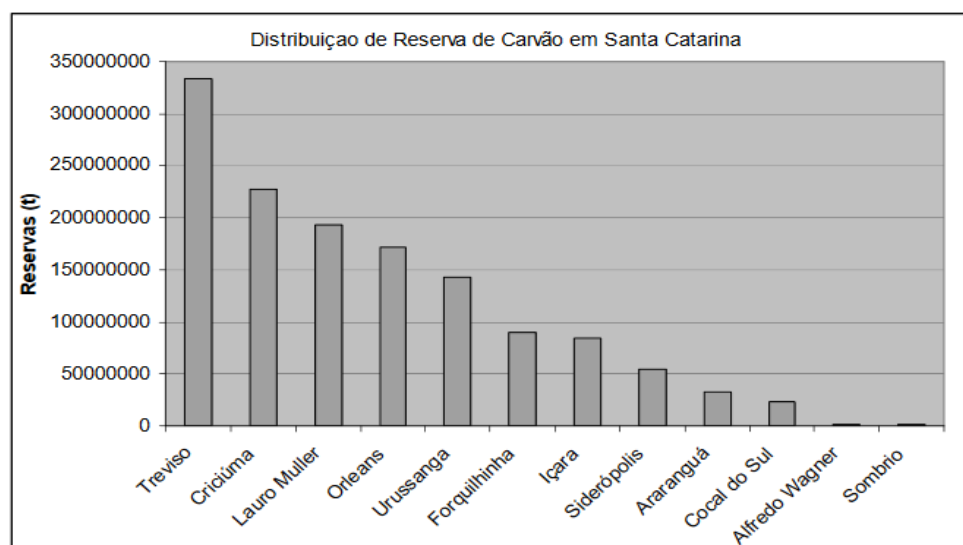


Gráfico 1: Distribuição de reservas de carvão em SC



- 4) Fernando Luiz Zancan (diretor executivo do Siecesc) argumenta como combater a poluição em áreas de recuperação ambiental. Quais são as medidas propostas?

- 5) Cléber José Baldoni Gomes (engenheiro de minas do Siecesc) afirma que não adianta resolver somente a problemática do carvão, pois quando acabar o rejeito ácido proveniente dos rejeitos da mineração... “a hora que os ácidos não matar mais os coliformes nós vamos ter um problema”. Que problemas você imagina que poderia acontecer caso o cenário apresentado pelo engenheiro se confirmasse?

A QUÍMICA E A MINERAÇÃO

Com o propósito de conhecer melhor sobre as consequências da exploração dos minérios de carvão e sua relação com a problemática hídrica apresentada na atividade anterior, é necessário entender antes como funciona o processo de mineração em larga escala e transformações químicas envolvidas. De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), “minério é um mineral ou associação de minerais (rocha) que pode ser explorado economicamente.”

O carvão mineral, de origem fóssil, foi uma das primeiras fontes de energia utilizadas em larga escala pelo homem. Sua aplicação na geração de vapor para movimentar as máquinas foi um dos pilares da Primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII. Já no fim do século XIX, o vapor foi aproveitado na produção de energia elétrica. Ao longo do tempo, contudo, o carvão perdeu espaço na matriz energética mundial para o petróleo e o gás natural, com o desenvolvimento dos motores a explosão.

O interesse reacendeu-se na década de 70, em consequência, sobretudo, do choque do petróleo, e se mantém em alta até hoje. Além da oferta farta e pulverizada, o comportamento dos preços é outra vantagem competitiva. As cotações do petróleo e derivados têm se caracterizado pela tendência de alta e extrema volatilidade. No caso da *commodity* carvão, no entanto, registraram movimentos suaves ao longo dos últimos dez anos, ingressando em um ciclo de baixa em 2005, conforme o gráfico a seguir.

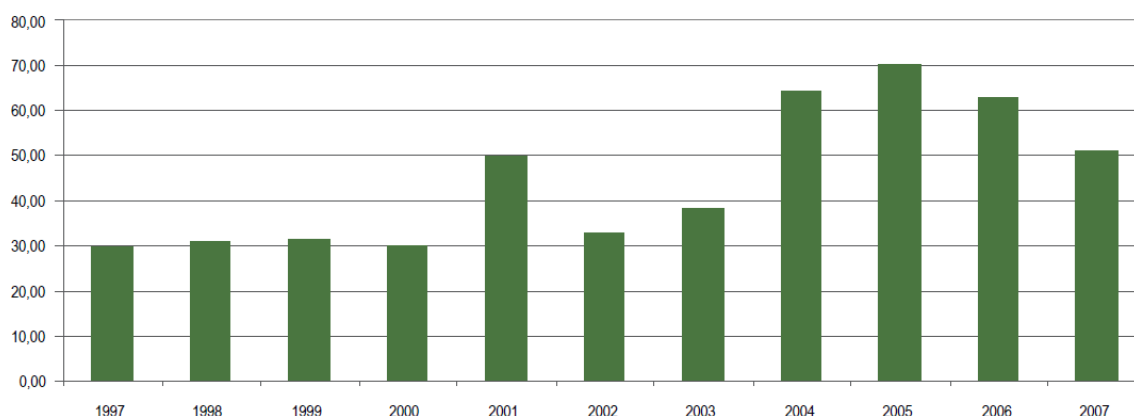


Gráfico 2: Preço da tonelada de carvão nos Estados Unidos em US\$ nos últimos anos.

De acordo com dados da International Energy Agency (IEA), o carvão é a fonte mais utilizada para geração de energia elétrica no mundo, respondendo por 41% da produção total (gráfico 3).

Sua participação na produção global de energia primária, que considera outros usos além da produção de energia elétrica, é de 26%. A IEA também projeta que o minério manterá posição semelhante nos próximos 30 anos.

A principal restrição à utilização do carvão é o forte impacto socioambiental provocado em todas as etapas do processo de produção e também no consumo. A extração, por exemplo, provoca a degradação das áreas de mineração. A combustão é responsável por emissões de gás carbônico (CO₂). Projetos de mitigação e investimentos em tecnologia (*clean coal technologies*) estão sendo desenvolvidos para atenuar este quadro.

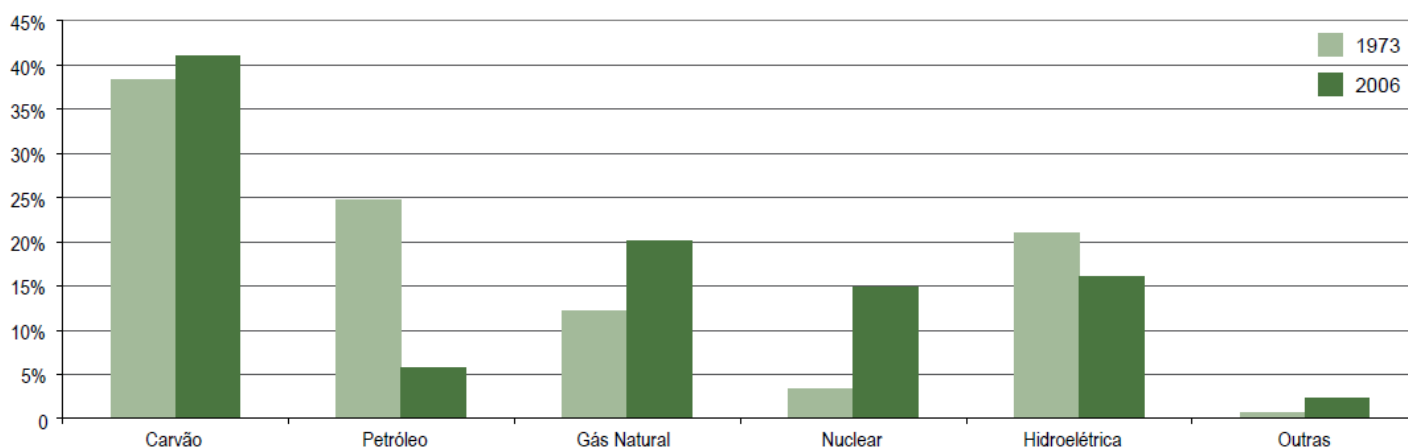


Gráfico: Geração de energia elétrica por tipo de combustível

O QUE É O CARVÃO?

Existem dois tipos básicos de carvão na natureza: vegetal e mineral. O vegetal é obtido a partir da carbonização da lenha. O mineral é formado pela decomposição da matéria orgânica (como restos de árvores e plantas) durante milhões de anos, sob determinadas condições de temperatura e pressão. É composto por átomos de carbono, oxigênio, nitrogênio, enxofre, associados a outros elementos rochosos (como arenito, siltito, folhelhos e diamictitos) e minerais, como a pirita.

Tanto o carvão vegetal quanto o mineral podem ser usados na indústria (principalmente siderúrgica) e na produção de energia elétrica. No entanto, enquanto o primeiro é pouco utilizado – exceto no Brasil, maior produtor mundial –, o consumo do segundo está bastante aquecido. Este movimento tem a ver não só com a disponibilidade de reservas, mas com a qualidade do carvão, medida pela capacidade de produção de calor – ou poder calorífico, expresso em kcal/kg (kilocaloria

obtida por quilo do combustível). Este poder calorífico, por sua vez, é favorecido pela incidência de carbono e prejudicado pela quantidade de impurezas (elementos rochosos e minerais).

No carvão vegetal, o poder calorífico é baixo enquanto a participação de impurezas é elevada. No carvão mineral, o poder calorífico e a incidência de impurezas variam, o que determina a subdivisão do minério nas categorias: baixa qualidade (linhito e sub-betuminoso) e alta qualidade (ou hulha, subdividida nos tipos betuminoso e antracito).

Como mostra a figura a seguir, 53% das reservas mundiais de carvão mineral são compostas por carvão com alto teor de carbono (hulha) e 47% com baixo teor de carbono. A produção e o consumo mundial concentram-se nas categorias intermediárias: os carvões tipos betuminoso/sub-betuminoso e linhito. O primeiro, de maior valor térmico, é comercializado no mercado internacional. O segundo é utilizado na geração termelétrica local.

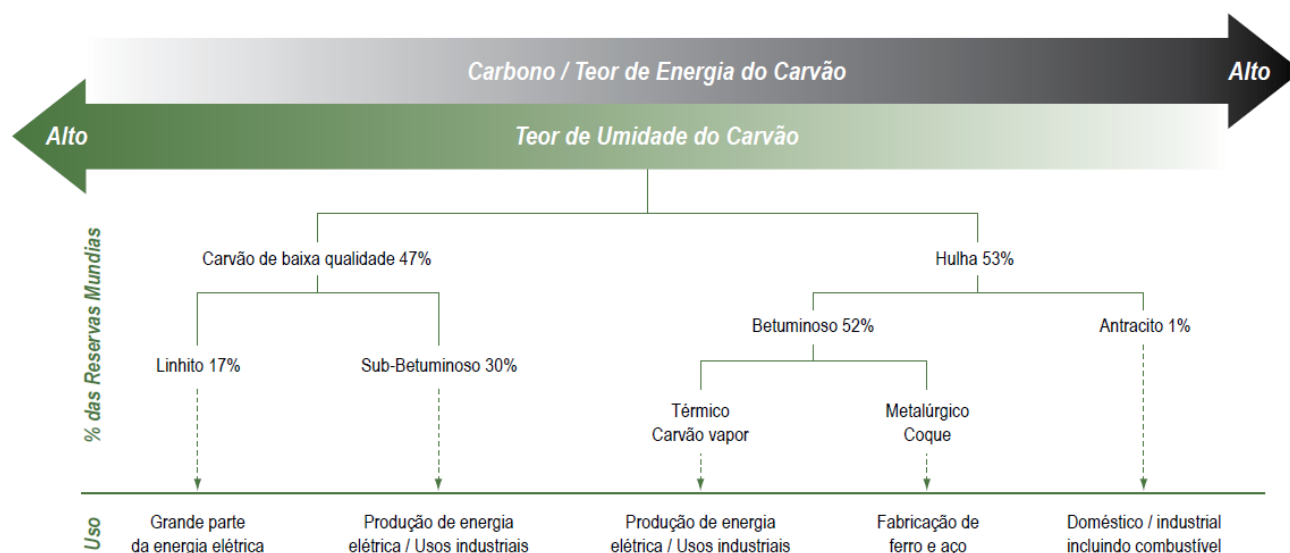


Gráfico: Tipos de carvão, reservas e usos.

As reservas brasileiras são compostas pelo carvão dos tipos linhito e sub-betuminoso. As maiores jazidas situam-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As menores, no Paraná e São Paulo. As reservas brasileiras ocupam o 10º lugar no *ranking* mundial, mas totalizam 7 bilhões de toneladas, correspondendo a menos de 1% das reservas totais.

Do volume de reservas, o Rio Grande do Sul responde por 89,25%; Santa Catarina, 10,41%; Paraná, 0,32% e São Paulo, 0,02%. Somente a Jazida de Candiota (RS) possui 38% de todo o carvão nacional. Mas o minério é pobre do ponto de vista energético e não admite beneficiamento nem transporte, em função do elevado teor de impurezas. Isto faz com que sua utilização seja feita sem beneficiamento e na boca da mina.



Devido ao baixo grau de pureza das reservas de carvão da região o seu uso é basicamente para a geração de energia elétrica, pois não é economicamente viável o seu beneficiamento. Vamos entender um pouco mais sobre o grau de pureza de substâncias e sobre conceito de mistura.

SUBSTÂNCIA PURA OU MISTURA?

As substâncias são qualquer espécie de matéria cuja composição elementar são os átomos. Estes átomos podem realizar ligações químicas ou não, resultando em uma substância com propriedades definidas. Como vimos, o carvão é um minério constituído não apenas de carbono, mas também expressa grau de impurezas que servem como parâmetros para classificação econômica e definir o uso ao qual o mineral será submetido. Sendo assim, o carvão não é uma **substância pura**. De fato, a grande maioria das matérias-primas encontradas não estão em sua forma pura.

A turfa pode ter de 55% a 60% de carbono; o linhito, de 67% a 78%; a hulha, de 80% a 90%; e o antracito, 96%. O teor de água é alto nas turfas (75%), mas muito menor nos demais carvões (8% a 10%).

Uma substância pura contém um grau de pureza de 100%, ou seja, é a única substância química presente em sua amostra. Quando uma substância não é pura, o sistema de todas as substâncias contidas na amostra é chamado de mistura. Enquanto as substâncias puras têm composição fixa, a composição de uma mistura pode variar.

Misturas que não possuem em todos os seus pontos a mesma composição, propriedades e aspectos são chamadas de misturas heterogêneas, enquanto as misturas com uniformidade em todos os seus pontos são as misturas homogêneas. Muitas vezes, as misturas heterogêneas podem ser identificadas visualmente, observando-se a formação de fases na mistura. As fases distinguem-se por seu aspecto, pelas propriedades e pela composição.

QUESTIONÁRIO

1. “As substâncias são qualquer espécie de matéria cuja composição elementar são os átomos. Estes átomos podem realizar ligações químicas ou não, resultando em uma substância com propriedades definidas.” Substâncias também podem ser classificadas entre simples e compostas. Qual é a diferença entre estes dois tipos de substância? Cite exemplos.



2. Misturas homogêneas podem também ser chamadas de soluções. Um exemplo de solução líquida é a água potável, por exemplo, é constituída de água (H_2O) e “sais minerais” **dissolvidos** na água, como bário (Ba^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-), nitrato (NO_3^-) e fluoreto (F^-). Além disso, há a presença de gases também dissolvidos na água, como o gás oxigênio (O_2) e o gás carbônico (CO_2). Quais outros exemplos de soluções podemos encontrar em nosso cotidiano? Cite pelo menos um exemplo de solução gasosa e um de solução sólida.

3. Considerando a porcentagem de carbono em uma amostra de carvão hulha da ordem de 80%, calcule a massa desse elemento em 1 t de carvão.



A ENERGIA DOS COMBUSTÍVEIS

Ao observar pedaços de madeira e folhas secas queimando, o homem primitivo deve ter imaginado que algum tipo de magia estava acontecendo. Muito tempo se passou até o ser humano saber que o fogo era a manifestação de energia térmica e luminosa associada às reações químicas. Era o início da **Termoquímica**.

As reações de combustão são fontes de energia térmica. A maior parte da energia utilizada pelo ser humano provém dessas reações. Daí o importante papel que elas assumem no nosso dia-a-dia.

O que são combustíveis?

De modo geral, os combustíveis são constituídos, principalmente, pelos elementos carbono e hidrogênio. A quantidade de calor liberada durante a queima do combustível e a quantidade de dióxido de carbono e água lançadas na atmosfera dependem da proporção desses elementos em sua composição.

Veja na tabela a seguir a porcentagem em massa dos elementos presentes em alguns combustíveis.

Combustível	Elemento (porcentagem média em massa)			
	C	H	O	N
Madeira	48	6	43	1
Turfa*	58	6	37	1
Linhito*	68	5	26	1
Hulha*	85	5	9	1
Antracito*	95	3	2	Traços
Petróleo	83-97	11-14	-	-
Gás de cozinha	82	18	-	-
Gasolina	84	16	-	-
Álcool etílico (etanol)	52	13	35	-

* materiais fósseis provenientes da lenta carbonização de vegetais

A maioria dos combustíveis hoje utilizados foi formada há, aproximadamente, 300 milhões de anos. Restos de plantas e animais soterrados, sob a ação de bactérias anaeróbicas, deram origem ao carvão, ao petróleo e ao gás natural. Esses combustíveis, conhecidos como fósseis, são

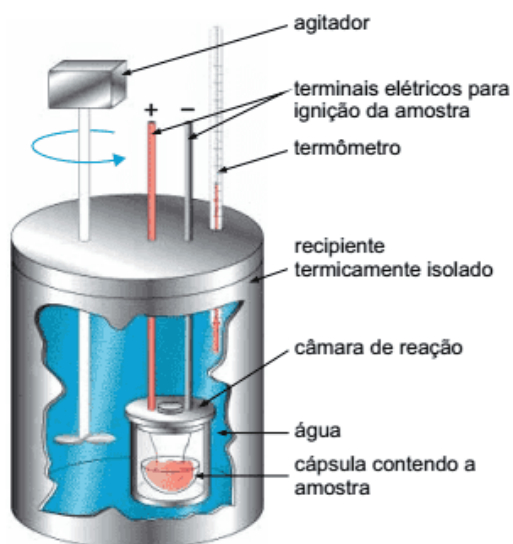
as principais fontes de energia utilizadas pelo ser humano. Aviões, carros e outros meios de transporte se movimentam graças à queima desses combustíveis; parte da eletricidade usada no mundo é obtida da queima dos combustíveis fósseis.

PODER CALORÍFICO DOS COMBUSTÍVEIS

Um dos fatores para avaliar a qualidade dos combustíveis é o seu poder *calorífico* – a quantidade de calor liberada por quilograma de combustível queimado – expresso em kJ/kg ou kcal/kg.

O calor é comumente expresso em calorias (cal) ou quilocalorias (kcal). No Sistema Internacional, a energia é expressa em joules (J). Como é uma forma de energia, o calor pode ser expresso tanto em caloria como em joule. A conversão de uma unidade em outra é feita considerando que 1 cal corresponde a 4,1868 J.

Não é possível medir diretamente o calor liberado em uma combustão. Na realidade, o que medimos é o efeito que o calor liberado causa no ambiente. Essa medida é feita experimentalmente em um aparelho chamado *bomba calorimétrica*, ilustrado a seguir.



(<https://quimica2bac.wordpress.com>. Adaptado.)

A amostra da substância a ser queimada é colocada no interior de um recipiente de aço com oxigênio em excesso, para que haja combustão completa do combustível. Quando o circuito elétrico da resistência é fechado, ela se aquece o suficiente para iniciar a reação. O calor produzido provoca aumento de temperatura da água e essa variação da temperatura pode ser utilizada na determinação do poder calorífico de um combustível.



Define-se 1 caloria como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1,0g de água de 14,5 °C para 15,5 °C, a 1 atm. Assim, para elevar de 14,5 °C para 15,5 °C a temperatura de uma amostra de 10 g de água são necessárias 10 cal.

Vamos supor que 5 g de carvão produzem, em uma bomba calorimétrica, a elevação de 60 °C na temperatura de 550 g de água. Para calcular que quantidade de calor é liberada na queima de 1 kg desse combustível, primeiramente estabelecemos que a quantidade de calor será expressa em calorias.

Os dados experimentais são:

- Massa de combustível = 5 g
- Massa de água na bomba calorimétrica = 550 g
- Variação da temperatura da água = 60 °C

Com a definição de caloria podemos calcular a quantidade de calor necessária para aumentar em 1 °C a temperatura de 550 g de água:

1 cal provoca o aumento de 1 °C de temperatura em 1 g de água

X provoca o aumento de 1 °C de temperatura em 550 g de água

$$X = 550 \text{ cal}$$

Como durante o experimento a variação da temperatura da água foi de 60 °C, a quantidade de calor liberada foi sessenta vezes superior ao valor calculado; logo, 33 000 cal. Essa é a quantidade de calor liberada na combustão de 5 g de combustível; então cada grama do carvão libera 6 600 cal, ou seja, o poder calorífico desse combustível é 6 600 kcal/kg (27 633 kJ/kg).

Na tabela a seguir apresentamos os valores do poder calorífico de alguns combustíveis.

Combustível	Poder calorífico (kcal/kg)	Poder calorífico (kJ/kg)
Álcool combustível	6 500	27 214
Carvão	6 800	28 470
Gás canalizado	4 300	18 003
Gás liquefeito de petróleo (GLP)	12 000	50 242
Gasolina	11 200	46 892
Hidrogênio	29 000	121 417
Lenha	2 500	10 467
Óleo diesel	10 700	44 799
Querosene	10 800	45 217



Esses dados mostram que o hidrogênio é o combustível com maior poder calorífico, enquanto a lenha apresenta o menor. O poder calorífico do hidrogênio indica que a queima de 1 kg desse combustível eleva em 1 °C a temperatura de 29 000 kg de água; e 10 °C a temperatura de 2 900 kg de água; em 50 °C a temperatura de 580 kg de água

Nas questões a seguir utilize os dados da tabela de poder calorífico da página anterior.

QUESTIONÁRIO

1. Que volume de água poderia ser aquecido de 14,5 °C a 15,5 °C pela queima de 1 kg de carvão? (Admita $d_{H_2O} = 1,0 \text{ g/mL}$)

2. Quais características devem apresentar os combustíveis?

3. Sabendo que 1 kg de hulha eleva a temperatura de 1 t de água em 7 °C, aproximadamente, qual a quantidade de calor liberada na queima de 100 kg de hulha?
(Dado: calor específico da água = 1 cal/g . °C)



4. Calcule a massa de cada combustível necessária para aquecer 1 000 L de água de 5 °C para 20 °C:

a) Lenha

b) Carvão

c) Gás canalizado



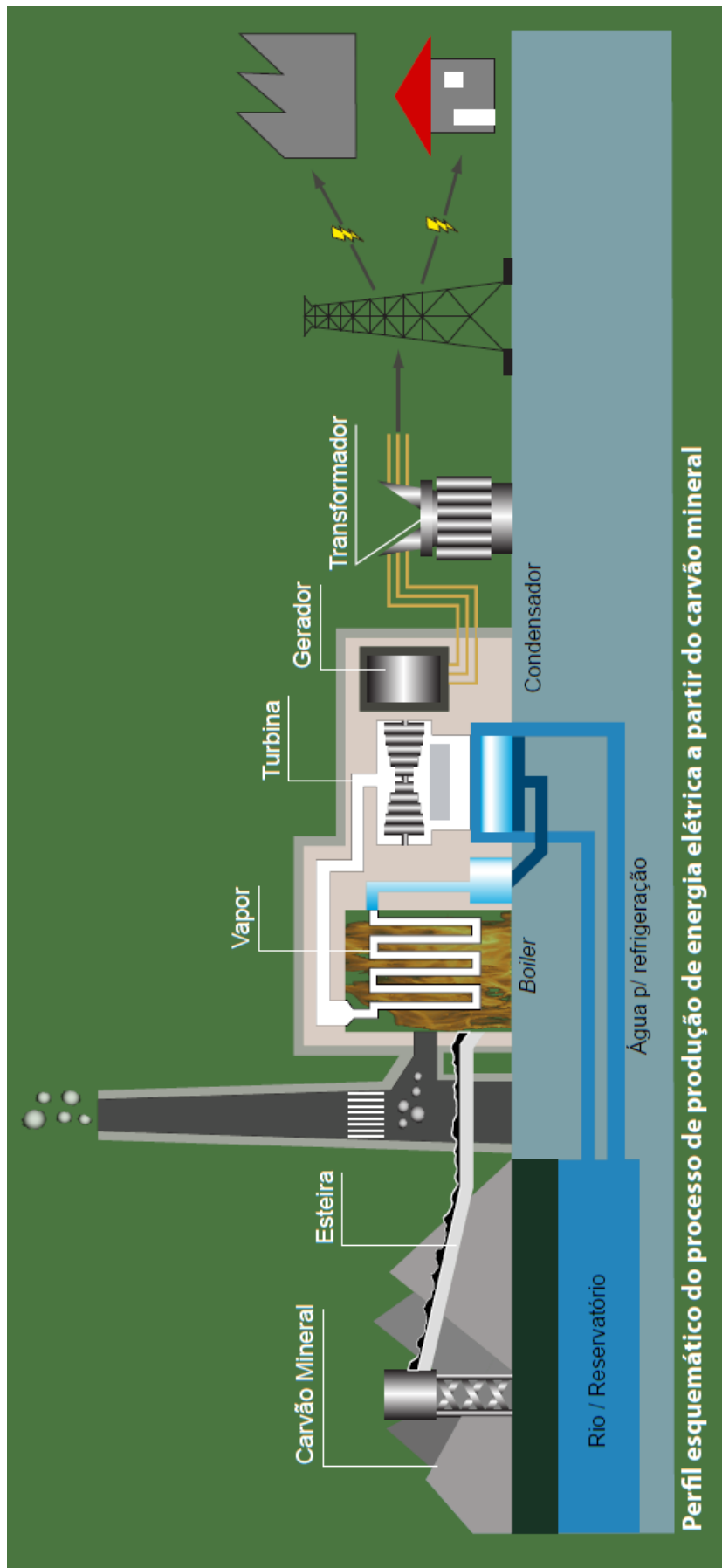
O CARVÃO: DO MINÉRIO A ENERGIA

Atualmente, a principal aplicação do carvão mineral no mundo é a geração de energia elétrica por meio de usinas termelétricas. Em segundo lugar vem a aplicação industrial para a geração de calor (energia térmica) necessário aos processos de produção, tais como secagem de produtos, cerâmicas e fabricação de vidros. Um desdobramento natural dessa atividade – e que também tem se expandido – é a co-geração ou utilização do vapor aplicado no processo industrial também para a produção de energia elétrica.

Pesquisas envolvendo processos tecnológicos que permitam um maior aproveitamento do poder calorífico do carvão (como a gaseificação) – e simultaneamente a preservação do meio ambiente – têm sido desenvolvidas no mercado internacional. No entanto, o método tradicional, de queima para produção de vapor, continua sendo o mais utilizado.

Considerando-se também a queima do carvão este processo se dá, em resumo, da seguinte maneira: o carvão é extraído do solo, fragmentado e armazenado em silos para, posteriormente, ser transportado à usina, onde novamente será armazenado. Em seguida, é transformado em pó, o que permitirá melhor aproveitamento térmico ao ser colocado para queima nas fornalhas de caldeiras. O calor liberado por esta queima é transformado em vapor ao ser transferido para a água que circula nos tubos que envolvem a fornalha. A energia térmica (ou calor) contida no vapor é transformada em energia mecânica (ou cinética), que movimentará a turbina do gerador de energia elétrica.

Este movimento dá origem à energia elétrica, você pode ver na próxima página uma figura que ilustra o funcionamento de uma usina termelétrica. No caso da co-geração, o processo é similar, porém o vapor, além de gerar energia elétrica, também é extraído para ser utilizado no processo industrial.





A INFLUÊNCIA DO CARVÃO NOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O carvão é uma das formas de produção de energia mais agressivas ao meio ambiente. Ainda que sua extração e posterior utilização na produção de energia gere benefícios econômicos (como empregos diretos e indiretos, aumento da demanda por bens e serviços na região e aumento da arrecadação tributária), o processo de produção, da extração até a combustão, provoca significativos impactos socioambientais.

A ocupação do solo exigida pela exploração das jazidas, por exemplo, interfere na vida da população, nos recursos hídricos, na flora e fauna locais, ao provocar barulho, poeira e erosão. O transporte gera poluição sonora e afeta o trânsito. O efeito mais severo, porém, é o volume de emissão de gases como o nitrogênio (N) e dióxido de carbono (CO₂), também chamado de gás carbônico, provocado pela combustão. Estimativas apontam que o carvão é responsável por entre 30% e 35% do total de emissões de CO₂, principal agente do efeito estufa.

Considerando-se a atual pressão existente no mundo pela preservação ambiental – principalmente com relação ao efeito estufa e às mudanças climáticas – é possível dizer, portanto, que o futuro da utilização do carvão está diretamente atrelado a investimentos em obras de mitigação e em desenvolvimento de tecnologias limpas (*clean coal technologies*, ou CCT).

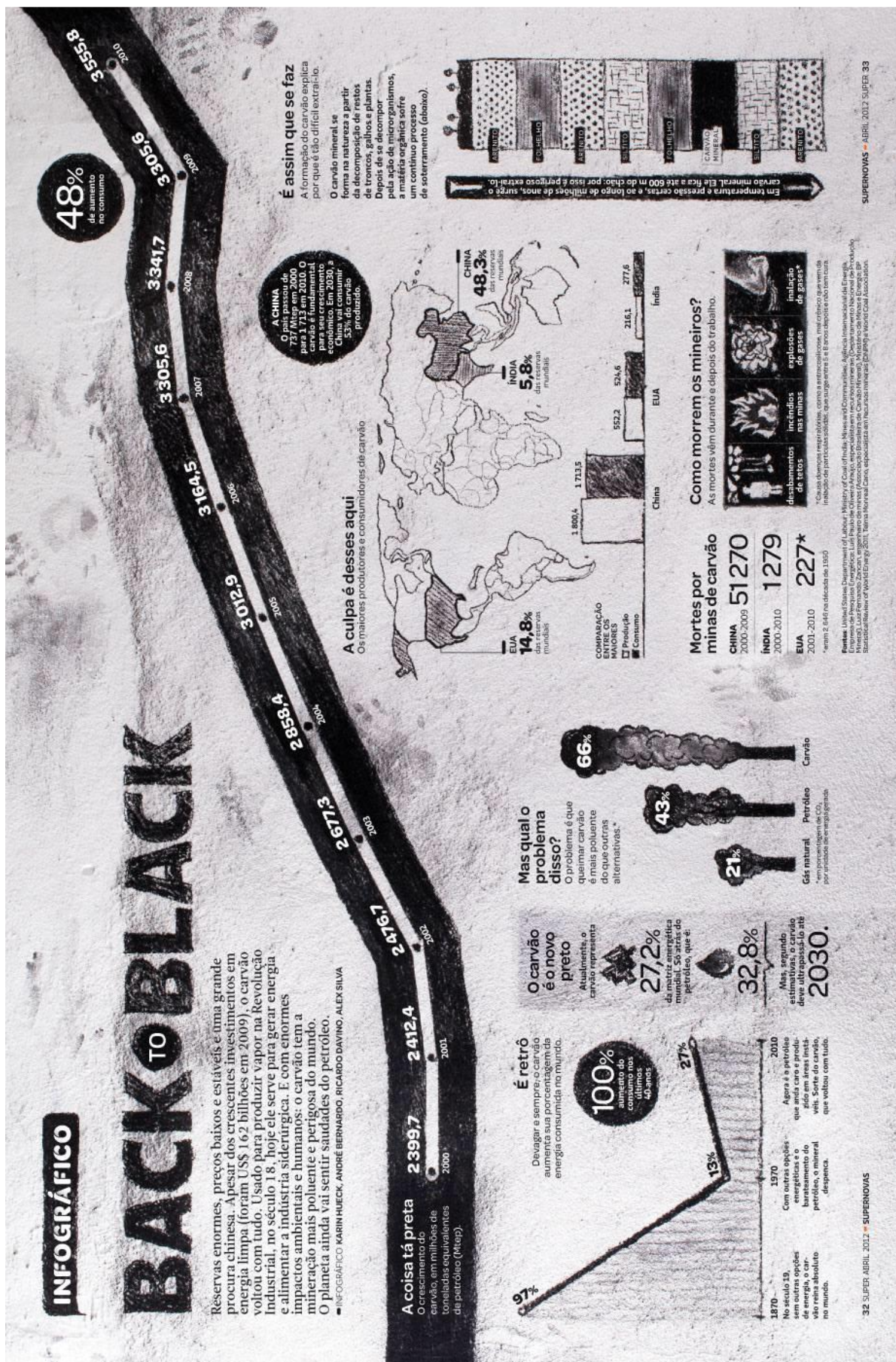
Para saber mais sobre a trajetória da exploração comercial do carvão mineral ao longo da história e obter mais números sobre a temática ambiental e econômica, observe o infográfico disposto nas próximas páginas e relacione vantagens e desvantagens do uso deste minério:

VANTAGENS	DESVANTAGENS



1. Após listar vantagens e desvantagens, como forma de exercício, use seus conhecimentos e faça pesquisa em livros, internet e elabore um texto relacionando medidas que poderiam ser adotadas pela população em geral, pelo governo, pelos empresários e pelos institutos de pesquisa de ciência e tecnologia para diminuir os impactos ambientais do uso do carvão mineral.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



O que é a Drenagem Ácida de Mina (DAM)?

Veja como é formada a Drenagem Ácida de Mina e quais atividades humanas geram esse processo.

Todo processo de mineração de subsuperfície consiste em cavar a superfície da terra em grandes profundidades. Este processo de escavação, muitas vezes, atinge níveis abaixo do lençol freático, procedimento que exige a remoção contínua de água para evitar alagamento da cava.

“Essas águas normalmente representam um risco adicional para o ambiente, pois na maioria das vezes podem conter concentrações elevadas de metais (ferro, de alumínio e manganês, e, possivelmente, outros metais pesados) e metalóides (como o arsênio, que geralmente representa uma maior preocupação).” (JOHNSON & HALLBERG, 2005).

Uma vez que a atividade de mineração em um determinado local é abandonada, a água não é drenada numa frequência regular e isto pode levar a uma condição de geração de drenagem ácida de mina. Em outras palavras, Drenagem ácida de mina (DAM) é um fenômeno que se inicia quando rochas contendo minerais sulfetados são retiradas do interior da terra pelas atividades de mineração e, quando dispostas na superfície terrestre, oxidam-se ao reagir com água ou oxigênio atmosférico.

As soluções ácidas geradas pela DAM, a medida que penetram nas rochas e nos solos, podem solubilizar alguns elementos químicos presentes, vindo a contaminar águas superficiais como rios, riachos e/ou águas subterrâneas. Alguns exemplos desses elementos são Mn, Cr, Cd, Zn, Pb, As, dentre outros. A DAM é o termo utilizado geralmente para designar a oxidação do mineral pirita (FeS_2).



Imagem cristal de pirita (FeS_2)

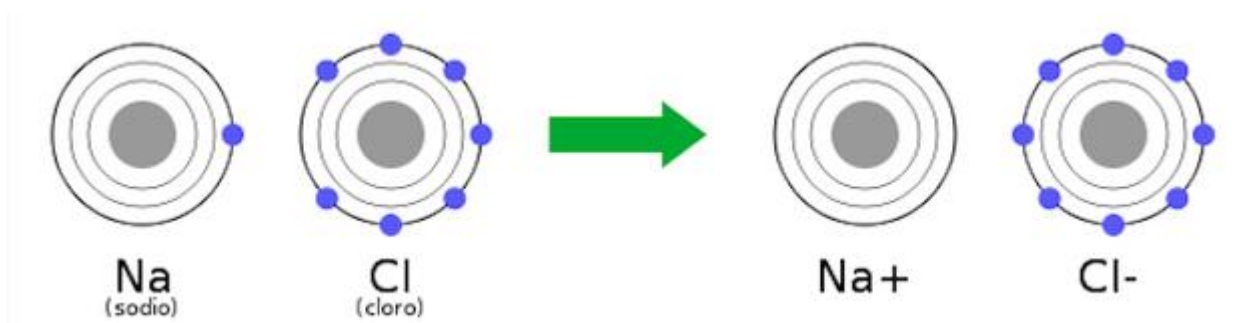
Os minerais sulfetados responsáveis pela DAM, geralmente, estão presentes em minérios de carvão ou minérios de níquel, chumbo, zinco, cobre, urânio, ouro e prata.

Agora observe a imagem desse córrego, você sabe porque o rio apresenta essa coloração?



Para poder responder essa pergunta teremos que estudar o conceito de **oxirredução** importante para entendermos melhor esse e outros fenômenos químicos que ocorrem devido a transferência de elétrons entre átomos.

Partindo de um exemplo mais simples podemos entender melhor o que acontece em reações de oxirredução mais complexas. Na formação de uma ligação iônica, um dos átomos **cede definitivamente** elétrons para o outro. Por exemplo:



Dizemos, então, que o sódio sofreu **oxidação** (perda de elétrons) e o cloro sofreu **redução** (ganho de elétrons). Evidentemente, os fenômenos de oxidação e de redução são sempre **simultâneos** e constituem a chamada **reação de oxirredução** ou **redox**.

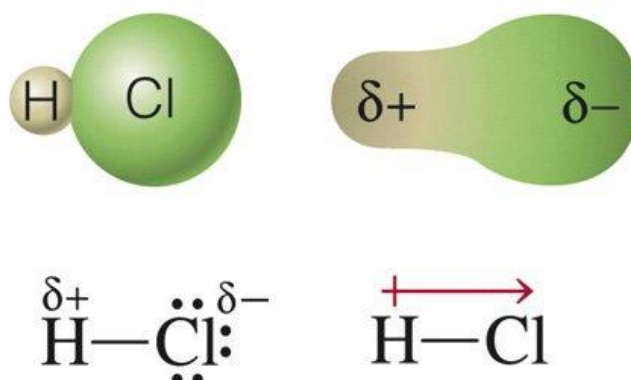
No exemplo, o cloro é chamado de **oxidante**, porque **provoca a oxidação** do sódio. Ao contrário, o sódio é chamado de **redutor**, porque **provoca a redução** do cloro.

Conceito de número de oxidação

No caso dos compostos iônicos, chama-se número de oxidação (N_{ox}) a própria carga elétrica do íon, ou seja, o número de elétrons que o átomo perdeu ou ganhou. Por exemplo:

- No Na^+Cl^- { para o Na^+ : $N_{\text{ox}} = +1$
{ para o Cl^- : $N_{\text{ox}} = -1$

E no caso dos compostos covalentes? Nesse caso, não há um átomo que perca e outro que ganhe elétrons, já que os átomos estão compartilhando elétrons. Entretanto podemos estender o conceito de número de oxidação também para os compostos covalentes, dizendo que seria a carga elétrica teórica que o átomo iria adquirir se houvesse quebra da ligação covalente, ficando os elétrons com o átomo mais eletronegativo. Por exemplo, já sabemos que no HCl o cloro é mais eletronegativo que o hidrogênio e, em consequência, atrai o par eletrônico covalente para si.



Em vista dessa possibilidade, dizemos que:

- No HCl { para o hidrogênio : $N_{ox} = +1$
 { para o cloro : $N_{ox} = -1$

Você poderá calcular os números de oxidação dos elementos que formam uma molécula, consultando a tabela de eletronegatividade e contando os números de elétrons ganhos ou perdidos por cada átomo.

Eletronegatividade

H 2,1																					He
Li 1,0	Be 1,6																				Ne
Na 0,9	Mg 1,2																				Ar
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,1	Se 2,5	Br 3,0					Kr
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5					Xe
Cs 0,7	Ba 0,9	La 1,0	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,1					Rn



Números de oxidação usuais

É importante lembrar que:

- O número de oxidação de um elemento ou substância simples é zero;
- Nos compostos, temos os seguintes valores usuais:
 - **O número de oxidação do hidrogênio é sempre + 1** (exceto nos hidretos metálicos, como NaH, CaH₂ etc., nos quais é - 1)
 - **O número de oxidação do oxigênio é sempre - 2** (exceto nos peróxidos, como H₂O₂, Na₂O₂ etc., nos quais é - 1);
 - **O número de oxidação dos elementos das colunas A da Classificação Periódica pode ser deduzido do próprio número da coluna, de acordo com a tabela a seguir:**

Número da coluna	1A Metais alcalinos	2A Metais alcalinos-terrosos	3A	4A	5A	6A Calcogênios	7A Halogênios
N _{ox} máximo (pela perda de elétrons)	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7
N _{ox} mínimo (pelo ganho de elétrons)				- 4	- 3	- 2	- 1

(Essa regra se torna óbvia se você lembrar que o número da coluna A coincide com o número de elétrons que o elemento possui em sua última camada eletrônica).



Cálculo dos números de oxidação

É fácil calcular o número de oxidação de um elemento que aparece numa substância, se você lembrar que **a soma dos números de oxidação de todos os átomos, numa molécula, é zero.**

Vamos, por exemplo, calcular o número de oxidação dos fósforo, na substância H_3PO_4 . Lembre-se de que o N_{ox} do hidrogênio é + 1 e o N_{ox} do oxigênio é - 2. Chamando de x o N_{ox} do fósforo e considerando o número de átomos de cada elemento, temos:

H_3	P	O_4
3. (+1)	x	4. (-2)

$$\begin{aligned}3 + x - 8 &= 0 \\x &= +8 - 3 \\x &= +5\end{aligned}$$

Para calcular o número de oxidação de um elemento formador de um íon composto, devemos lembrar que **a soma dos números de oxidação de todos os átomos, num íon composto, é igual à própria carga elétrica do íon.** Por exemplo:

Cr_2	O_7^{2-}
2. x	7. -2

$$\begin{aligned}2x - 14 &= -2 \\2x &= -2 + 14 \\x &= \frac{+12}{2} \\x &= +6\end{aligned}$$

Agora que você conhece um pouco mais sobre oxirredução, vamos praticar o que estudamos no exemplo de reação de oxirredução responsável pela cor avermelhada característica de áreas que apresentam drenagem ácida de mina (DAM). De forma simplificada e tomando como exemplo de mineral sulfetado a pirita, o processo de geração de DAM pode ser representado pela equação:

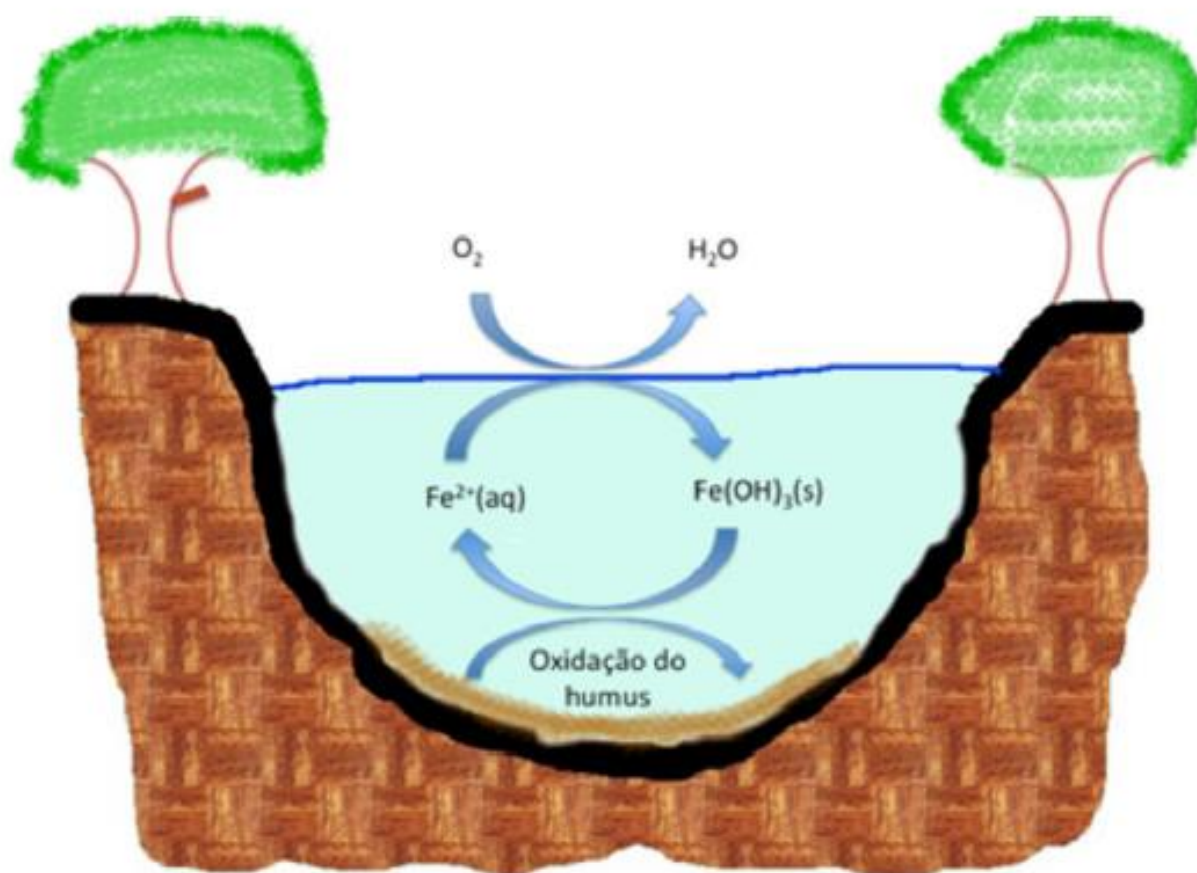


Sob o ponto de vista do que aprendemos sobre número de oxidação o estado formal do Fe na pirita - dissulfeto de ferro (FeS_2) – seria +4 considerando o estado de oxidação do enxofre (S) -2. Porém, a pirita é mais bem descrita como $\text{Fe}^{+2}(\text{S}_2)^{-2}$. Esta formulação leva em consideração que os átomos de enxofre estão ligados entre si por meio de ligações S--S (dissulfeto) bem definidas.

Com base na reação de oxidação da pirita, complete o quadro abaixo.

N _{ox} Fe no dissulfeto de ferro (FeS ₂)		N _{ox} Oxigênio (O) no gás oxigênio (O ₂)	
N _{ox} no hidróxido de ferro (III) (Fe(OH) ₃)		N _{ox} Oxigênio no ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	
Espécie que sofre oxidação		Agente oxidante	
Espécie que sofre redução		Agente redutor	

O resultado da cor avermelhada presente nos rios é o resultado da formação e acumulação de Fe(OH)₃ formado na oxidação da pirita, ou seja, quando o material sulfetado minerado que anteriormente estava enterrado é exposto a oxigênio atmosférico e água, ocorre a oxidação do Fe²⁺ a Fe³⁺ que forma um precipitado Fe(OH)₃ conforme o esquema abaixo:



A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Além dos danos à qualidade da água, cujo uso para o abastecimento das populações, a dessedentação dos animais e mesmo a irrigação fica totalmente comprometido, a decomposição da pirita, assim como as cinzas volantes produzidas pela combustão do carvão, comprometem seriamente o ar que se respira em toda a região.

Passando por Criciúma, Siderópolis, Lauro Müller e outras áreas de mineração, especialmente na madrugada, nota-se frequentemente o forte cheiro de gases de enxofre, resultantes da combustão espontânea dos rejeitos piritosos, em contato com o ar, bem como da coqueificação do pó de carvão, nas muitas pequenas coqueiarias da região. Outras formas de poluição atmosférica resultam da queima do carvão para geração de energia elétrica no Complexo Jorge Lacerda, na localidade de Capivari de Baixo, bem como da ustulação da pirita para produção de ácido sulfúrico na ICC, em Imbituba, hoje fechada¹, e das operações de transporte do carvão. Segundo reportagem do Diário Catarinense (1995, p. 39), que cita diagnóstico elaborado pela Fundação Educacional de Criciúma, seriam à época lançadas anualmente na atmosfera da região, pela indústria carbonífera, as coquearias, o parque cerâmico e o setor termelétrico, mais de mil toneladas de materiais particulados e mais de oito mil toneladas de dióxido de enxofre, além de outros compostos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e fluoretos.

1. *Paradoxalmente, o fechamento da ICC constituiu mais uma agressão ao meio ambiente, já que a pirita que era toda coletada para aproveitamento em um único local, com destinação agrícola e algum controle ambiental, voltou a ser deixada junto com os demais rejeitos da mineração, aumentando portanto o seu potencial poluidor em toda a região. De certa forma, a ICC exercia um papel de “usina de reciclagem do lixo químico”, que deixou de ser cumprido apenas porque, em termos exclusivamente financeiros, “dava prejuízo”.*

“Livro Meio Ambiente e Carvão: Impactos da exploração e utilização. p. 59”

O texto acima aponta mais um problema da exploração e utilização do carvão, desta vez, relacionado com a poluição atmosférica. Quais os efeitos do lançamento dos materiais, citados no texto, no ambiente? Você sabe o que é chuva ácida? Vamos conhecer um pouco mais sobre o assunto e entender como ocorre esse fenômeno.

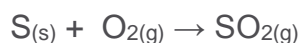
A chuva ácida é um dos grandes problemas ambientais de aspecto global com que todos se confrontam. Ela tem causado morte de peixes, destruição de vegetações, contaminação do solo e água e degradação de monumentos artísticos, estruturas metálicas, de prédios, edifícios, pontes e outros, além do surgimento de doenças respiratórias.



Portanto, é um tema de imprescindível importância, que precisa ser mencionado em sala de aula. A química está envolvida nesse processo, pois a chuva ácida ocorre devido à grande quantidade de óxidos ácidos poluentes, que são lançados na atmosfera e, que, posteriormente, reagem com a água da chuva produzindo ácidos.

Os principais óxidos que tornam a chuva ácida são os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3), que podem vir de diversas fontes, tais como erupções vulcânicas e decomposição de restos de animais e vegetais. No entanto, a concentração desses gases na atmosfera está atingindo níveis alarmantes porque a combustão de uma grande quantidade de combustíveis fósseis libera enxofre na forma de seus óxidos. Por exemplo, os combustíveis fósseis usados em indústrias, como o carvão mineral; e em automóveis, como derivados do petróleo, principalmente o óleo diesel.

O dióxido de enxofre pode reagir com o oxigênio do ar e se transformar no trióxido de enxofre, que se dissolve na água da chuva tornando-se ácido sulfúrico:



O professor de química pode demonstrar esse processo por meio de um experimento bem fácil de se realizar que será abordado a seguir. Esse experimento pode ser usado também para demonstrar o conteúdo de indicadores ácido-base.

EXPERIMENTO CHUVA ÁCIDA

Materiais e Reagente:

- Pote de vidro com tampa;
- Palitos de fósforo;
- Fenolftaleína;
- Água;
- Hidróxido de sódio (solução de soda cáustica) ou hidróxido de amônio (solução de amônia, amoníaco).



Fonte: Clip-Art.

Procedimento:

1. Coloque água no pote de vidro até aproximadamente um quinto da sua altura;
2. Adicione algumas gotas do indicador fenolftaleína;
3. Acrescente algumas gotas de solução de amônia até que a solução mude de cor;
4. Acenda um palito de fósforo dentro do frasco e deixe a cabeça do fósforo queimar toda;
5. Retire rapidamente o palito de fósforo de dentro do frasco e tampe-o;
6. Agite o frasco;
7. Observe o que ocorre.

Fonte: (<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-como-demonstracao-chuva-Acida.htm>)



QUESTIONÁRIO

1. A fenolftaleína é um dos muitos indicadores ácido-base existente. Faça uma pesquisa em livros ou internet e diga qual a faixa de pH que esse indicador atua e qual cor se manifesta conforme o pH varia. Cite outros dois indicadores ácido-base e suas colorações de acordo varia o pH.

2. O que aconteceu com a solução (água + fenolftaleína) quando foi adicionada solução de amônia? Por que isso ocorre?

3. Ao agitar a mistura depois de queimar o fósforo ocorre alguma mudança? De qual elemento é feito a “cabeça” do palito de fósforo?

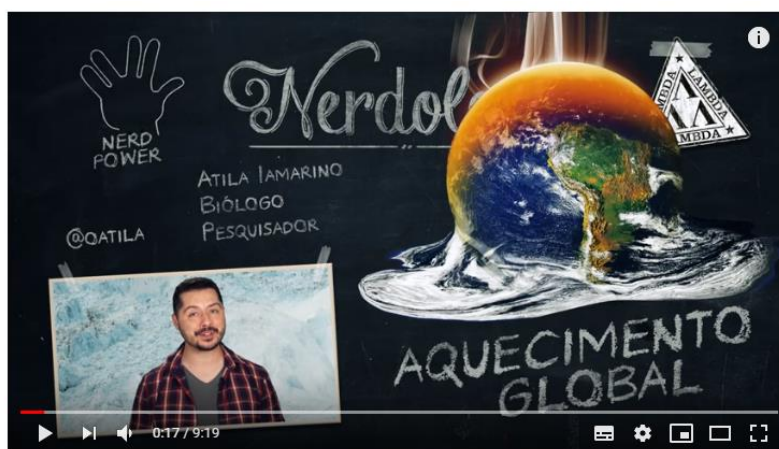


4. Elabore uma explicação para o fenômeno e equacione as reações existentes no experimento.

5. Quais os principais fatores que agravam a chuva ácida? O que pode ser feito para evitar a formação de chuva ácida?

EFEITO ESTUFA

O gás carbônico (CO_2) lançado em processos que existe a queima do carvão, além de contribuir para a formação de chuva ácida, possui forte correlação com o fenômeno em discussão que apontam para um aquecimento global do planeta. Um dos fatores gerados pela emissão de CO_2 na atmosfera é um adensamento da camada responsável pelo efeito estufa. Assista ao vídeo indicado abaixo e conheça mais sobre esse agravante ambiental ocasionado pela exploração do carvão e de outros combustíveis fósseis.



Aquecimento Global | Nerdologia

510.984 visualizações

52 MIL

2 MIL

COMPARTILHAR

SALVAR

...

Vídeo Nerdologia sobre aquecimento global que explica conceitos como efeito estufa e fornece dados sobre a chuva ácida
<<https://www.youtube.com/watch?v=8sovsUzYZFM&t=285s>>

QUESTIONÁRIO

1. Quais são os principais gases responsáveis pelo efeito estufa? Qual a importância do efeito estufa?



2. Qual é a relação, apontada no vídeo, entre a quantidade de carbono na atmosfera e a temperatura média do planeta? Quais são as consequências que estão relacionadas às mudanças climáticas?

3. No vídeo é citado o IPCC (painel intergovernamental sobre mudanças climáticas), quais fatores foram levado em consideração para o aquecimento global e qual foi a conclusão do estudo realizado pelo grupo?

4. O autor do vídeo, Átila, faz uma denúncia sobre financiadores de cientistas que pagam para questionar as pesquisas que relacionam o aumento da temperatura média do planeta com as altas taxas de emissões de carbono derivado da queima de combustíveis fósseis. Dê sua opinião sobre o assunto em questão.



BUSCANDO SOLUÇÕES E ALTERNATIVAS

Você viu nesse material de apoio ao estudo as questões econômicas, sócio-ambientais e químicas relacionada à exploração de carvão pelas mineradoras. As regiões em que existem a exploração desse minério é marcada pela coloração avermelhada de um rio sem vida, a poluição é arrastada por entre rios, solo e ar. Porém, em algumas regiões ainda existe uma necessidade advinda da demanda energética para que seu uso continue acontecendo. Visto que o uso do carvão ainda está previsto para as próximas décadas, devemos nos atentar aos problemas ambientais, antes que seja tarde demais. Existem hoje meios de explorar este minério sem causar tantos danos ao meio ambiente, formas de remediar áreas degradadas (recursos hídricos, solo e ar) e fontes energéticas alternativas que não utilizam da combustão de combustíveis fósseis responsáveis pelo aquecimento global, as chamadas fontes de energia renovável. Vamos estudar um pouco mais sobre esses temas.

Para isso, formem grupos de até quatro (04) integrantes e decidam entre a classe quem ficará responsável de apresentar um seminário sobre um dos tópicos a seguir.

- *Como ocorre a recuperação do solo de áreas mineradas, em especial em áreas que serviam de depósito dos rejeitos da mineração?*
- *Procure na internet como pesquisadores tem buscado alternativas para despoluir os rios afetado pelos rejeitos do minério? Há algum método sendo colocado em prática atualmente?*
- *Quais são as medidas tomadas pelas termoelétricas, siderúrgicas e indústrias que utilizam do carvão, para que se evite emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa e chuva ácida?*
- *Apresente para os colegas de classe ao menos quatro alternativas energéticas não poluentes que poderia substituir o uso do carvão mineral para geração de energia.*



REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL. Fontes não-renováveis: Carvão Mineral. p. 129–141.
- FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2005.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **Meio Ambiente e Carvão: Impactos da exploração e utilização**. 1ª ed. Porto Alegre: FEPAM, 2002.
- LADEIRA, Ana Claudia Queiroz et al. Especificação Química e sua Importância nos Processos de Extração Mineral e de Remediação Ambiental. **Química Nova na Escola**, p. 18–23, 2014.
- MELLO, Jaime W. V. De; DUARTE, Helio A.; LADEIRA, Ana Claudia Queiroz. Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina. **Química Nova na Escola**, p. 24–29, 2014.
- NEGRI, Aline De et al. **Mina de Ferro, quanto vale? A lama de rejeitos da mineração de Mariana e os impactos de sua composição química**. São Paulo.
- NÓBREGA, Olímpio Salgado; SILVA, Eduardo Roberto Da; SILVA, Ruth Hashimoto Da. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2008.
- REIS, Martha. **Química**. 1ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2014.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira Dos; MOL, Gerson. **Química Cidadã**. 2ª ed. São Paulo: AJS, 2013.

Endereços eletrônicos

- <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2015/preservacao-da-agua-um-dever-de-todos>
- <https://www.youtube.com/watch?v=cQ763UMk0bM>
- <https://super.abril.com.br/blog/superlistas/o-melhor-do-ano-10-melhores-infograficos-da-super-em-2012/>
- <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-como-demonstracao-chuva-Acida.htm>
- <https://www.youtube.com/watch?v=8sovsUzYZFM&t=285s>